

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Měření geometrie kotevních úchytů zádržných
systémů automobilů

Geometry measuring of vehicle seat belt
anchorage

Student:

Bc. Pavel Horyna

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavel Horyna**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 20 Silniční doprava
Téma: **Měření geometrie kotevních úchyťů zádržných systémů automobilů**
Geometry Measuring of Vehicle Seat Belt Anchorage

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teoretický rozbor problému
3. Legislativní požadavky
4. Návrh měření, výpočetního postupu a grafického výstupu
5. Návrh konstrukce měřicího zařízení pro měření geometrických veličin
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I, Bratislava: ALFA Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
Matějka, R. Vozidla silniční dopravy II, Bratislava: ALFA Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
Svoboda, J.. Teorie dopravních prostředků, Praha: ČVUT Praha, 2000, ISBN 80-01-01613-7
Přepisy EHK

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Richtář**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Adresa trvalého pobytu autora práce:

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HORYNA, P. *Měření geometrie kotevních úchytů zádržných systémů automobilů: diplomová práce*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 71 s. Vedoucí práce: Richtář M.

Diplomová práce řeší problematiku měření efektivních kotevních úchytů bezpečnostních pásů, dle předpisu EHK č. 14. V první části práce je proveden teoretický rozbor témat týkajících se práce. V druhé praktické části je navržen a vysvětlen způsob měření, navrženo měřicí zařízení a navržen grafický výstup. Práce je doplněna výkresovou dokumentací k měřicímu zařízení.

Klíčová slova: automobil, bezpečnostní pásy, EHK 14

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

HORYNA, P. *Geometry measuring of vehicle seat belt anchorage: Master Thesis*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, 2012, 71 p. Thessis head: Richtář M.

This thesis point is the issue of measuring the effective seat belt anchorages according to ECE Regulation No. 14. The first part is a theoretical analysis of topics related to work. The second practical part is about solve theoretical and practical problems of measuring. The work is accompanied by technical documentation to a measuring device.

Key words: car, seat belts, ECE R14

Obsah

Obsah	6
Seznam použitých zkratk a symbolů	8
1. Úvod.....	9
2. Teoretický rozbor problému.....	9
2.1 Pasivní bezpečnost	9
2.2 Homologace	10
2.3 Zadržovací systémy	11
2.4 Statistiky a právní rámec v ČR	12
2.5 Rozdělení vozidel dle EHK	15
3. Legislativní požadavky	16
3.1 Všeobecné požadavky.....	16
3.2 Požadavky na spodní úchyty.....	17
3.3 Požadavky na horní úchyty	18
3.4 Samotná zkouška	21
4. Návrh měření, výpočetního postupu a grafického výstupu.....	22
4.1 Souřadné systémy	22
4.2 Rozhodovací proměnné.....	22
4.3 Popis grafického výstupu	25
4.3.1 Výpočet vzdáleností a úhlů	25
4.3.2 Graf 1	26
4.3.3 Graf 2	38
4.4 Výpočetní postup	40
4.5 Ověření výpočetního postupu	45
5. Návrh konstrukce měřicího zařízení pro měření geometrických veličin	54

5.1 Použité součásti.....	57
5.2 Vybrané konstrukční uzly na měřícím zařízení.	62
5.3 Ustavení měřícího zařízení	66
5.4 Provedené výpočty	66
5.4.1 Průhyb příčnicku.....	66
5.5 Předpokládaná přesnost měření	68
5.6 Výkresová dokumentace	69
6. Závěr	69
Použitá literatura a zdroje:	70
Seznam příloh:	71

Seznam použitých zkratk a symbolů

EHK	Evropská hospodářská komise
OA	Osobní automobil
NA	Nákladní automobil
C	Cyklista
CH	Chodec
OÚD	Ostatní účastníci dopravy
EU	Evropská unie
OSN	Organizace spojených národů
EHS	Evropské hospodářské společenství
CFR	Code of federal regulation
U_1, U_2	Horní efektivní úchyty bezpečnostního pásu
L_1, L_2	Dolní efektivní úchyty bezpečnostního pásu
β	Úhel sklonu sedadla

1. Úvod

Bezpečnostní pásy dnes tvoří již samozřejmou součást většiny silničních vozidel a představují výrazný prvek pasivní bezpečnosti. Poprvé byly použity v roce 1948, od roku 1959 automobilka Volvo dodává bezpečnostní pásy jako součást standardní výbavy. Od té doby prošly bezpečnostní pásy dlouhým vývojem až k dnešním tří bodovým samonavíjecím pásům s předpínačem a omezovačem síly. S postupným vývojem konstrukce bezpečnostních pásů, znalostí v oboru biomechaniky a dalších příbuzných oborů je nutno i pásy vhodně do vozidla umístit. Touto problematikou se zabývá předpis EHK č. 14.

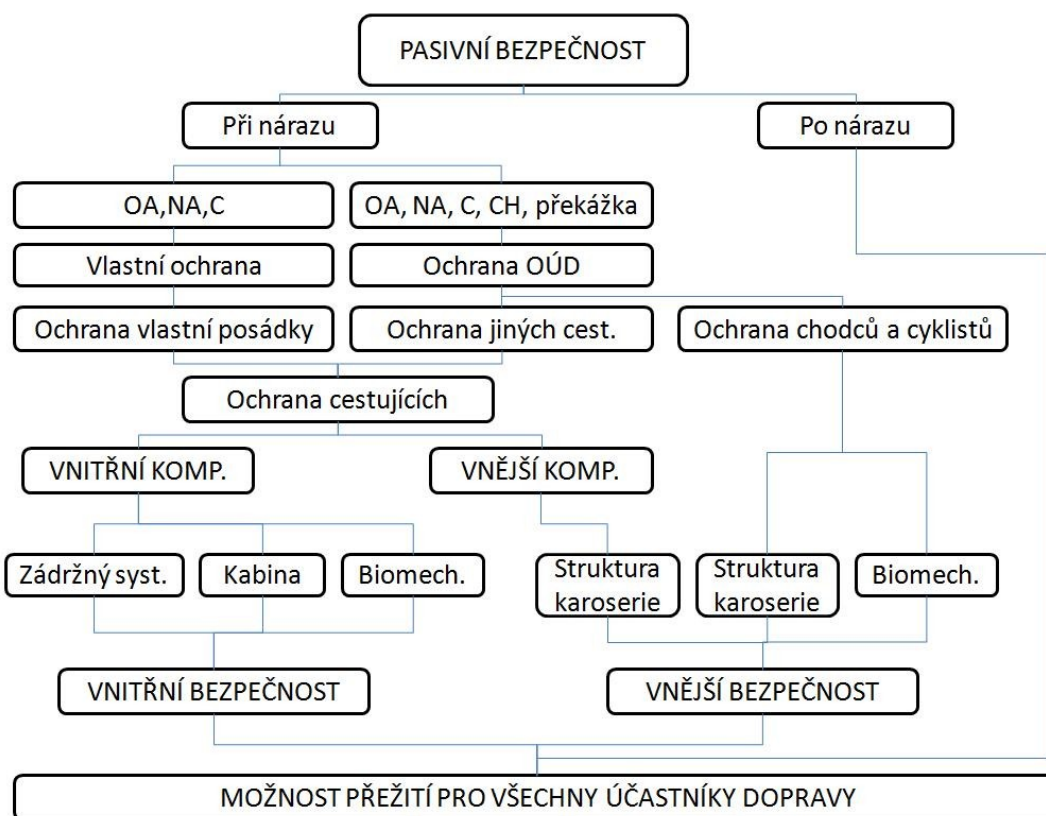
Cílem této práce je navrhnout způsob vhodného vyhodnocení splnění požadavků daného předpisu. Jedná se o vytvoření grafického výstupu, na jehož základě je z vložených hodnot vyhodnocována správnost umístění horních a dolních kotevních úchyťů bezpečnostního pásu. Dále pak návrh vhodného výpočetního postupu a návrh měřicího zařízení pro měření pozice kotevních úchyťů bezpečnostních pásů uvnitř automobilu.

2. Teoretický rozbor problému

V tomto bodě budou teoreticky rozebrána témata týkající problematiky této diplomové práce. S ohledem na rozsah práce nebudou rozebrána úplně do hloubky.

2.1 Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost lze definovat jako souhrn všech konstrukčních opatření určených k minimalizaci následků v případě nehody. Důležitá je hlavně škoda na životech a zdraví, je ovšem vhodné omezit i škody na životním prostředí a hmotné škody. Rozdělení jednotlivých prvků pasivní bezpečnosti je pak vyobrazeno na obr. č. 1.



(OA-osobní automobil, NA-nákladní automobil, C-cyklista, CH-chodci, OÚD-ostatní účastníci dopravy, KOMP-kompatibilita, Biomech.-biomechanika)

Obr. č. 1: Prvky pasivní bezpečnosti [1]

2.2 Homologace

Homologace spočívá ve schvalování technické způsobilosti silničních vozidel. V rámci EU se jedná o předpisy vydané evropskou hospodářskou komisí a evropským společenstvím. Historie homologace v Evropě sahá až do roku 1958, kdy byla vytvořena *Dohoda o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a vzájemné uznávání homologace výstroje a částí vozidel*, tzv. Ženevská dohoda. Ta byla v roce 1995 přejmenována. Podle pořadí v jakém se evropské státy připojovaly, jim bylo udělováno číslo uváděné za písmenem E v homologační značce. Smluvní strany, které k danému předpisu přistoupí, mohou udělovat homologační značku a současně přijímají schválení udělená podle tohoto předpisu ostatními signatáři dané dohody.

V současné době se v EU používá také typová homologace. Systém typové homologace je založen na schvalování vozidel jako celku na základě jednotlivých dílčích směrnic.

Ustanovení směrnic pro typovou homologaci je pro jednotlivé členské státy EU závazné. Schválení systému nebo částí vychází z mezinárodních předpisů, nebo předpisů třetí strany za předpokladu, že byly přijaty jako rovnocenné se směrnicemi EU. Úřad, který uděluje oprávnění k homologaci je zodpovědný za zabezpečení shodnosti výroby během platnosti homologace. Zkušebny pověřené ověřováním shody musí být akreditované, tedy splňovat normativ EN 45 0000. Typové schválení celých vozidel je zabezpečeno schvalovacím systémem EU a platí jen pro členské státy. Základním předpisem typové homologace je rámcová směrnice č.70/156/EHS a je vytvořen systém, který uvolňuje bez dalšího zkoušení k volnému prodeji v rámci EU taková vozidla, jejichž typ byl schválen v jedné z členských zemí EU. Také zahrnuje homologaci částí nebo samostatných technických celků silničních vozidel, na něž se vztahují požadavky jednotlivých směrnic.

Evropská legislativa je charakterizována homologačním systémem EHK, OSN a typovou homologací. Je typická tím, že je vyžadováno potvrzení homologačních požadavků třetí stranou. Severoamerická legislativa se odlišuje tím, že každý výrobce provádí samocertifikaci, zda jeho výrobky splňují požadavky dle CFR (Code of federal regulation). Státní kontrolní úřad pak provádí pouze kontrolu shodnosti, která není systematická, ale pouze namátková nebo na ohlášení. Japonská legislativa je podobná evropské, požadavky na vozidlo jsou uvedeny v zákoně o silničních vozidlech a shodu se zákonem kontroluje třetí strana. V současnosti jsou snahy o celosvětovou harmonizaci homologačních požadavků.

2.3 Zadržovací systémy

Zadržovací systém je nutno použít k dodržení biomechanických limitů, protože při nehodě k tomu struktura karoserie nemusí vždy stačit. V případě nárazu vozidla do překážky dojde k přeměně kinetické energie na deformaci (prostor pro přežití se obvykle nedeformuje) a tím k postupnému zpomalování cestujícího, který je připoután. Když osoba ve vozidle připoutána není, tak po nárazu pokračuje stálou rychlostí, dokud nenarazí do interiéru vozidla a deformační zóny nejsou v takovém případě využity. Protože interiér vozidla není navrhován, aby nabízel dostatečně dlouhé deformační dráhy při nárazu osoby, působí na nepřipoutanou osobu vysoké hodnoty zpomalení.

Obecný požadavek na zadržovací systém je tedy pevné udržení cestujícího při zpouštění vozidla vlivem nárazu. Zadržující síla a výsledné zpomalení však nesmí překročit biomechanické limity a nesmí dojít k příliš velkému dopřednému posunutí

cestujícího, aby nedošlo k jeho poranění o části interiéru vozidla. Zároveň musí systém, pokud není v činnosti, poskytovat dostatek volnosti a pohodlí k obsluze vozidla.

Nejpoužívanějšími zádržnými systémy jsou popruhové systémy, tvořené aktivními nebo pasivními bezpečnostními pásy a systémy s nafukovacím pytle. Z této skupiny jsou pak nejrozšířenější systémy tvořené bezpečnostním pásem v kombinaci s nafukovacím pytle. Bezpečnostní pás je obvykle samonavíjecí, čímž je umožněno přizpůsobení jeho délky tělesným rozměrům cestujícího. Ramenní část bývá vedena skrz průvlečný úchyt do navíjecí cívky, břišní část pak k pevnému úchytu vedle sedadla. Blokovací funkce samonavíjecího zařízení může být spuštěna dvěma situacemi: rychlým vytažením popruhu pásu, nebo zrychlením při nárazu vozidla. Ve většině případů jsou tyto funkce sloučeny. Dle současných předpisů má být blokovací zařízení uvedeno v činnost při zpoždění vozidla větším než 0,4 g nebo při vytažení popruhu se zrychlením větším než 0,6 g. Samotné navíjecí zařízení bývá montováno do spodní části středního sloupku karoserie pro přední místa k sezení. Pro zadní místa k sezení a specifická řešení (např. kabriolety, dvoudveřová koncepce) bývá jeho umístění řešeno jiným vhodným způsobem. Obvykle bývá horní úchyt výškově nastavitelný a upevnění spony do držáku řešeno tlačítkovým systémem.

Účinnost bezpečnostních pásů je zvyšována zkrácením volné dráhy při dopředném posunu cestujícího, obvykle s použitím předepínače bezpečnostního pásu. Při jejich správné funkci je vůle pásu nulová. Toho je možno dosáhnout použitím mechanických, hydraulických nebo pyrotechnických předpínáčů. Z biomechanického hlediska je ovšem žádoucí, aby síla v pásu nepřekročila stanovenou horní mez, a používají se proto omezovače síly v zádržném systému. Omezení zádržné síly je možno realizovat plastickou deformací v navíjecí cívce, použitím třecího obložení v navíjecí cívce nebo trhacím švem v pásu. Návrh a parametry omezovacího zařízení musí vycházet z množství volného prostoru před cestujícím.

2.4 Statistiky a právní rámec v ČR

Aktuálně povinnost používat bezpečnostní pásy upravuje zákon č. 361/2000 Sb. V něm jsou bezpečnostní pásy definovány jakou součástí zádržného systému: „Zádržný systém je zařízení pro zajištění zvláštní bezpečnosti přepravovaných osob, například dvoubodový

bezpečnostní pás nebo dětská autosedačka, schválené podle zvláštního předpisu (zákon 56/2001 Sb.), nahrazující funkci bezpečnostního pásu.“[4]

Ohledně bezpečnostních pásů je potom řidič ze zákona povinen:

- „připoutat se za jízdy bezpečnostním pásem na sedadle, které je povinně vybaveno bezpečnostním pásem podle zvláštního předpisu (§6, odst.1, písm. a));
- přepravovat osobu mladší 12 let nebo osobu mladší 18 let a menší než 150 cm na sedadle vedle řidiče pouze za použití zádržného systému (§6, odst.1, písm. b));
- přepravovat při jízdě po dálnici nebo po silnici pro motorová vozidla osoby mladší 18 let a menší než 150 cm na sedadle jiném než uvedeném v písmenu b), které je vybaveno bezpečnostním pásem, pouze za použití zádržného systému; toto neplatí pro osoby, u kterých jejich zdravotní stav nebo tělesná dispozice použití zádržného systému neumožňuje (§6, odst.1, písm.c));
- upevnit zádržný systém způsobem, který stanoví zvláštní právní předpis (§6, odst.1, písm.d));
- zamezit používání zádržného systému na sedadlech, před nimiž a vedle nich je umístěn airbag, pokud toto zařízení nelze na dobu použití zádržného systému vyřadit z činnosti (§6, odst. 1, písm.e)“ [4]

Další osoby ve vozidle jsou potom povinny: „připoutat se za jízdy na sedadle bezpečnostním pásem, je-li jím sedadlo vybaveno (§ 9, odst.1, písm a)); toto neplatí pro osobu starší 18 let menší než 150 cm a osobu, která tak nemůže učinit ze zdravotních důvodů na základě lékařského potvrzení. Lékařské potvrzení musí mít za jízdy u sebe; v případech, kdy se nejedná o stav trvalého rázu, musí být platnost lékařského potvrzení časově omezena na dobu jednoho roku. Náležitosti lékařského potvrzení stanoví prováděcí právní předpis. Pokud je osoba pohybově postižená přepravovaná ve vozidle na vozíku pro invalidy, musí být vozík a osoba pohybově postižená připoutána speciálním zádržným systémem schváleného provedení (9, odst.2).“ [4]

Z těchto povinností existuje několik výjimek. Jedná se o řidiče a spolujezdce ve vozidlech ozbrojených sil a řidiče při couvání. Pouze v obci pak mají výjimku ještě řidiči taxislužby, zásobovacích vozidel a instruktoři autoškoly.

Kromě represe se stát pokouší řidiče motivovat i propagačními a preventivními akcemi. Jejich efekt a úspěšnost je těžko odhadnutelný. Kolik řidičů se za jakých podmínek poutá v závislosti na státu ukazuje následující. Údaje pochází z roku 2000.

	v obci [%]	mimo obec, bez dálnic [%]	dálnice [%]
Rakousko	70	75	78
Belgie	50	57	66
Švýcarsko	66	74	89
Česká Republika	46	62	81
Německo	90	95	98
Francie	78	94	96
Finsko	80	89	
Velká Británie	88	94	
Maďarsko	35	48	62
Norsko	78	92	91
Severní Irsko	86	86	91
Holandsko	74	86	87
Švédsko	87	89	98

Tab. č.1: Používání pásů ve vybraných zemích [9]

Dále jsou dostupná ještě konkrétnější data z roku 2002 pouze pro Českou republiku. Zjištěná čísla, zejména pro cestující na zadních sedadlech, jsou velmi nízká.

	řidiči			spolujezdci	
	připoutáno %			připoutáno %	
	muži	ženy	celkem	vpředu	vzadu
intarvilán	41,5	47,7	42,6	42,6	9,1
extravilán	62,5	66,8	63,2	62,6	14,4
dálnice	81	76,7	80,8	65	28,6

Tab. č.2: Používání pásů v ČR [9]

2.5 Rozdělení vozidel dle EHK

V dalším bodu budou zmiňovány vozidla různých kategorií. Pro úplnost je zde uvedeno jejich rozdělení dle EHK.

Kategorie L:

- motorová vozidla s méně než čtyřmi koly (motocykly, tříkolky)
- L₁ dvoukolové vozidlo, zdvihový objem do 50 cm³, maximální rychlost do 50 km/h.
- L₂ tříkolové vozidlo, zdvihový objem do 50 cm³, maximální rychlost do 50 km/h.
- L₃ dvoukolové vozidlo, zdvihový objem nad 50 cm³, maximální rychlost nad 50 km/h
- L₄ tříkolové vozidlo s asymetrickým umístěním vzhledem k podélné ose vozidla, zdvihový objem nad 50 cm³, maximální rychlost nad 50 km/h
- L₅ tříkolové vozidlo se symetrickým umístěním vzhledem k podélné ose vozidla, zdvihový objem nad 50 cm³, hmotnost do 1t, maximální rychlost nad 50 km/h

Kategorie M:

- motorová vozidla s minimálně čtyřmi koly, nebo se třemi koly o celkové hmotnosti nad 1t , zavazadlový prostor menší než prostor k přepravě osob
- M₁ ve vozidle maximálně 9 míst včetně řidiče
- M₂ ve vozidle 9 a více míst včetně řidiče, celková hmotnost do 5t
- M₃ ve vozidle 9 a více míst včetně řidiče, celková hmotnost nad 5t

Kategorie N:

- dodávkové a nákladní automobily s minimálně čtyřmi koly, nebo se třemi koly, o celkové hmotnosti nad 1t
- N₁ celková hmotnost do 3,5t
- N₂ celková hmotnost nad 3,5t do 12t
- N₃ celková hmotnost nad 12t

Kategorie O:

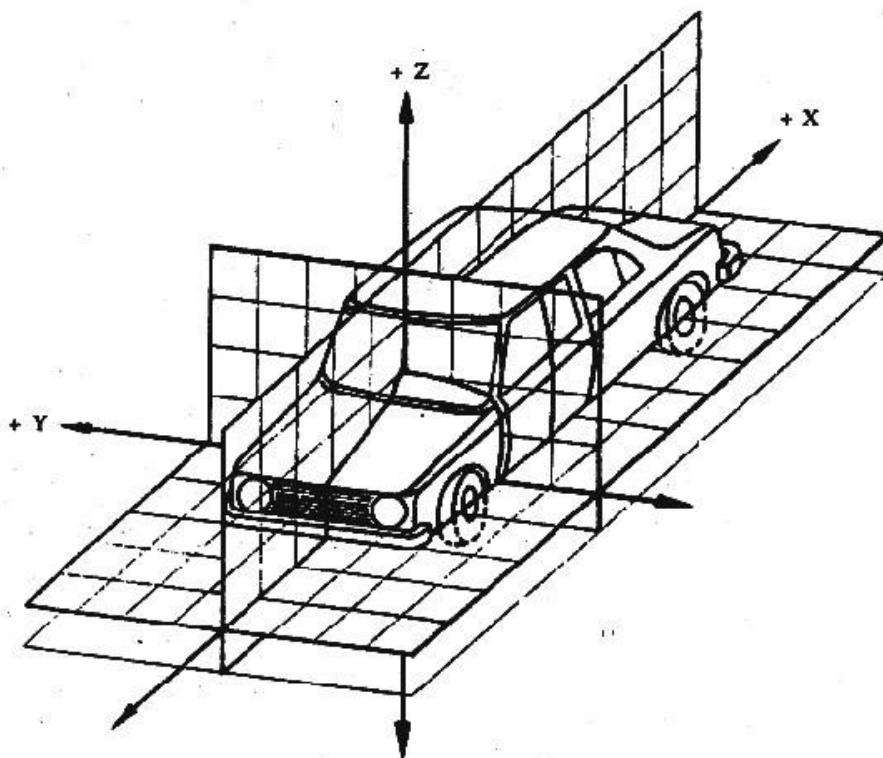
- návěsy a přívěsy
- O₁ celková hmotnost do 0,75t
- O₂ celková hmotnost nad 0,75t do 3,5t
- O₃ celková hmotnost nad 3,5t do 10t
- O₄ celková hmotnost nad 10t

3. Legislativní požadavky

V tomto bodě budou zmíněny požadavky vycházející z předpisu EHK č. 14. S ohledem na rozsah práce budou vybrány pouze některé požadavky, zejména požadavky potřebné pro tvorbu této práce, nebo nutné k pochopení širších souvislostí.

3.1 Všeobecné požadavky

V předpisu použitý souřadný systém (obr. č. 2) odpovídá normě ISO 4130-1978.



Obr. č. 2: Souřadný systém vozidla [3]

Až na výjimečné případy musí být všechna vozidla kategorií M a N vybavena kotevními úchyty dle daného předpisu. Předpis stanovuje požadavky na jejich počet i umístění.

Kotevní úchyty pro bezpečnostní pásy musí být realizovány, aby:

- umožňovaly použití vhodného bezpečnostního pásu
- u krajních předních sedadel umožňovaly použití navíječe pásu a průvlaku
- aby minimalizovaly riziko sklouznutí správně nasazeného pásu
- minimalizovaly možnost poškození popruhu o ostré nebo tuhé části vozidla
- úchyty téhož pásu mohou být připevněny všechny k nosné konstrukci vozidla, nosné konstrukci sedadla, jiné části vozidla. Nebo různě umístěny na kombinaci výše uvedených.
- v případě dvoudveřového uspořádání a umístění úchyty na B-sloupku nesmí úchyt omezovat přístup k zadním sedadlům
- kotevní úchyt musí mít otvor se závitem 7/16''
- bezpečnostní pás musí být možno odmontovat bez poškození kotevního úchyty

3.2 Požadavky na spodní úchyty

Jako dolní efektivní body budou dále označovány L_1 a L_2 . Úhly mezi vodorovnou rovinou vozidla a rovinami kolmými na svislou rovinu vozidla procházejícími body L_1 a L_2 budou dále označovány jako α_1 a α_2 . Požadavky na úhly definuje tabulka č. 3.

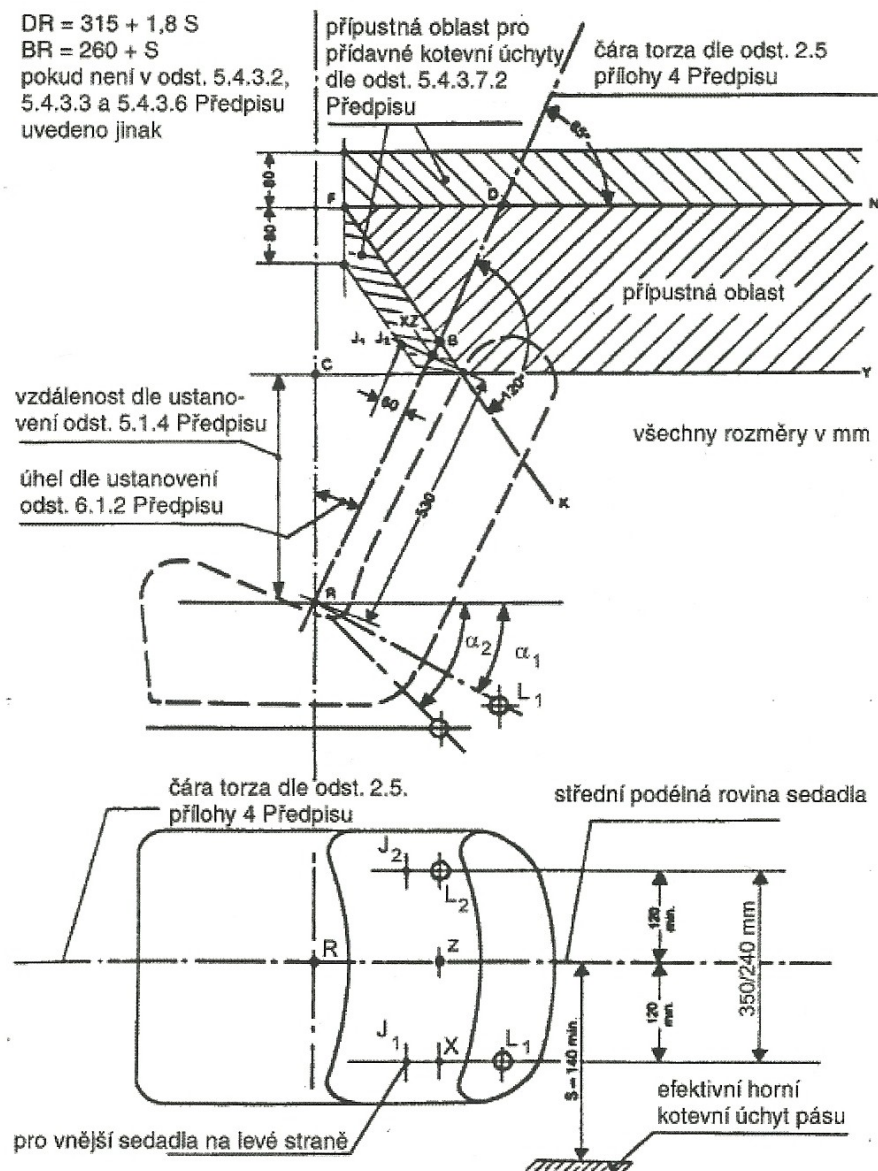
Bude-li body L_1 a L_2 vedeny svislá rovina rovnoběžná s podélnou střední rovinou, pak vzdálenost obou rovin nesmí být menší než 350 mm. Pro zadní střední místo vozidla kategorie M_1 a N_1 je hodnota zmenšena 240 mm, pokud není možno dané místo zaměnit s žádným jiným. Podélná střední rovina musí ležet mezi body L_1 a L_2 a být od nich vzdálena minimálně 120 mm.

Sedadlo		M ₁	Jiná než M ₁
Přední*	Strana spony (α ₂)	45°-80°	30°-80°
	Jiná než strana spony (α ₁)	30°-80°	30°-80°
	Konstantní úhel	50°-70°	50°-70°
	Lavicové sedadlo- Strana spony (α ₂)	45°-80°	20°-80°
	Lavicové sedadlo-strana Jiná než strana spony (α ₁)	30°-80°	20°-80°
	Seřiditelné opěradlo s úhlem opěradla <20°	45°-80°(α ₁)* 20°-80°(α ₂)*	20°-80°
Zadní**		30°-80°	20°-80°***
Sklopné	Pásy nejsou požadovány. Existují-li kotevní úchyty: viz požadavky na úhly Přední a Zadní		
Poznámky: *když úhel není konstantní, viz odstavec 5.4.2.1 **krajní a střední ***45°-90° u sedadel vozidel M ₂ a M ₃			

Tab. č.3: Požadavky na úhel u spodních úchytl [3]

3.3 Požadavky na horní úchyty

Povolená oblast pro horní úchyty je vymezena rovinami procházejícími N, F, B, C, Y. Dalším důležitým prvkem je vzdálenost S. Tu lze definovat jako vzdálenost mezi efektivními horními úchyty pásu a střední podélnou rovinou sedadla (za určitých dalších předpokladů uvedených v předpisu). Pro lepší pochopení problému slouží obr č. 3.



Obr. č. 3: Příloha č. 3 z předpisu EHK č. 14 k osvětlení bodu 3.3 [3]

Kdy jednotlivé body jsou definovány:

-, „Bod C je bodem umístěným 450 mm svisle nad bod R. Avšak, není-li vzdálenost S dle definice odstavce 5.1.6 menší než 280 mm a je-li alternativní vztah $BR=260\text{ mm} + 0,8\text{ S}$ dle odstavce 5.4.3.3 zvolen výrobcem, musí být svislá vzdálenost mezi bodem C a bodem R 500 mm.“ [3]

-, „Horní efektivní kotevní úchyt musí ležet pod rovinou FN, která jde kolmo na podélnou střední rovinu sedadla a svírá úhel 65° s přímkou torza. Úhel může

být u zadních sedadel snížen na hodnotu 60° . Rovina FN musí být umístěna tak, aby přímkou torza protínala v bodě D tak, aby $DR=315 \text{ mm} + 1,8 S$. Je-li však $S \leq 200 \text{ mm}$, pak je $DR=675 \text{ mm}$.“ [3]

-, „Horní efektivní kotevní úchyt musí ležet za rovinou FK, která jde kolmo na podélnou střední rovinu sedadla a protíná referenční přímkou torza pod úhlem 120° v bodě B tak, aby $BR=260 \text{ mm} + S$. Pokud je $S \geq 280 \text{ mm}$ může výrobce dle vlastního uvážení volit $BR=260+0,8S$.“ [3]

-, „Horní efektivní kotevní úchyt pásu musí být umístěn za svislou rovinou kolmou k podélné střední rovině vozidla a procházející bodem R, jak je vyznačeno v příloze 3.“ [3]

-, „Horní kotevní efektivní úchyt musí být umístěn nad vodorovnou rovinou procházející bodem C definovaným v odstavci 5.1.4.“ [3]

U horního kotevního úchytu může být použito vodítko popruhu nebo jiné zařízení, které ovlivní pozici horního kotevního úchytu. Jeho pozice pak při uvážení polohy kotevního úchytu musí být určena obvyklou cestou. Pak musí podélná osa procházet bodem J_1 , odvozeným od bodu R pomocí těchto tří úseků:

-, „RZ: Úsek referenční přímky, měřený směrem vzhůru od bodu R a dlouhý 530 mm “ [3]

-, „ZX: Úsek kolmý na podélnou střední rovinu vozidla, měřený od bodu Z ve směru od kotevního úchytu a dlouhý 120 mm “ [3]

-, „XJ₁: Úsek kolmý na rovinu definovanou úseky RZ a ZX, měřený směrem dopředu od bodu X a dlouhý 60 mm “ [3]

Pak bude bod J_2 určen symetrií k bodu J_1 , dle podélné svislé roviny. Daná rovina prochází přímkou torza figuríny, umístěné v sedadle.

Předpis umožňuje i použití jiného (doplňkového) horního kotevního úchytu, je-li splněna jedna z podmínek:

-, „doplňkové kotevní úchyty vyhovují požadavkům odstavců 5.4.3.1 až 5.4.3.6.“ [3]

-, „doplňkové kotevní úchyty lze použít pomoci nářadí, vyhovují požadavkům odstavců 5.4.3.5 a 5.4.3.6 a jsou umístěny v jedné z oblastí stanovených svislým posunutím plochy, znázorněné v obr.1 přílohy 3 tohoto předpisu, a to o 80 mm nahoru nebo dolů.“ [3]

-, „Kotevní úchyt (úchyty) je určen pro postrojový pás, vyhovuje požadavkům stanoveným v odstavci 5.4.3.6 a pokud leží za příčnou rovinou procházející referenční přímkou a je umístěn:

-v případě jediného kotevního úchyty v prostoru společném dvěma klínům, definovanými vertikálami procházejícími body J_1 a J_2 definovanými v odstavci 5.4.3.1 a jejichž horizontální řezy jsou znázorněny v obr. 2 přílohy 3 tohoto předpisu

-v případě dvou kotevních úchytů, v kterémkoliv vhodném z výše definovaných klínů, za předpokladu, že žádný z kotevních úchytů není vzdálen více než 50 mm od symetricky umístěného zrcadlového obrazu druhého kotevního úchyty uvažovaného sedadla a tento úchyt se zrcadlí v rovině P definované v odstavci 5.1.6“ [3]

3.4 Samotná zkouška

Zkouška je prováděna v souladu s předpisem EHK č. 14. Vybrané části se nebudou týkat problematiky ISOFIXU.

Je možno zkoušet jak celé vozidlo, tak jenom jeho nosnou část. Při zkoušce můžou být na vozidle dveře a okna v otevřeném i zavřeném stavu. Pokud je standardně montováno, může být na vozidlo kování zvyšující tuhost struktury. Sedadla mají být při zkoušce umístěna v poloze pro používání, tak aby dávala co nejnejpříznivější podmínky pro namáhání systému. Poloha sedadla musí být uvedena ve zkušebním protokolu. V případě nastavitelného sklonu sedadla, se sklon nastaví dle pokynů výrobce. Upevněním vozidla ke zkoušce nesmí dojít k zesílení kotevních úchytů, nebo ke zmenšení normální deformace nosné struktury. Kotevní úchyty pro stejnou skupinu sedadel se musí zkoušet současně. V případě rizika nesouměrného zatížení, bude vykonána doplňková zkouška s nesouměrným zatížením.

V předepsané zkoušce musí obstát všechny kotevní úchyty. Plastické deformace, místní trhliny a lomy samotného kotevního úchyty nebo jeho okolí nepředstavují poruchu, pokud vydrží dané zatížení dostatečně dlouho. Během zkoušky se měří maximální posuv horního efektivního kotevního úchyty. Každé poškození kotevních úchyty a konstrukce zachycující síly, se musí po zkoušce zaznamenat.

4. Návrh měření, výpočetního postupu a grafického výstupu

V tomto bodě bude podrobně vysvětlen samotný výpočetní postup a grafický výstup. U částí vycházejících z předpisu bude proveden konkrétní odkaz na stranu (popř. odstavec). Důvodem je možnost případných dalších úprav a rozšíření někým jiným než autorem.

Pro realizaci výpočetního postupu a grafického výstupu byl zvolen program MS Excel. Důvodem volby byla snadná možnost dalších úprav v případě změny legislativy a všeobecná uživatelská znalost tohoto programu. Jako samotný grafický výstup byly zvoleny grafy v tomto programu. Důvodem je možnost vizuálních úprav grafického výstupu, kdy lze měnit vlastnosti čar, vlastnosti a umístění popisků a další parametry. Dalším důvodem volby byla snadná další práce s výsledným grafickým výstupem. Makra nebyla použita, aby se předešlo případným problémům s výstrahami zabezpečení apod.

4.1 Souřadné systémy

V celé práci budou používány dva souřadné systémy. Souřadný systém automobilu, popsáný v bodě 3, obrázkem č. 2. Osy tohoto souřadného systému budou značeny malými písmeny x, y, z. Dále bude použit souřadný systém grafického výstupu. To je pravoúhlý souřadný systém, kde vpravo je kladný směr osy X, nahoru je kladný směr osy Y. Popřípadě je některá u os nahrazena osou Z. Tento souřadný systém bude značen velkými písmeny X, Y, Z.

4.2 Rozhodovací proměnné

Protože předpis EHK č. 14 připouští různé varianty konfigurace úchyty bezpečnostních pásů a pro všechny bude použit jeden grafický výstup a výpočetní postup je nutno tyto konfigurace zohlednit. Dále je nutno zohlednit i výběr pravé nebo levé strany vozidla. K tomuto bude použito zaškrťovacího políčka, které vrací hodnotu *pravda* nebo

nepravda. Hodnota pravda nebo nepravda bude pomocí funkce *když* transformována v číselnou hodnotu dle potřeby. Pro snazší orientaci jsou v textu uvedeny odkazy na odstavce a stránky předpisu EHK č. 14.

Proměnná V

Slouží k rozhodnutí, zda je měření prováděno pro levou nebo pravou stranu vozidla. Levou stranou vozidla je myšlen případ, kdy horní úchyt pásu je po levé straně osoby sedící na sedačce a spona je pravé straně osoby sedící na sedačce. V opačném případě je myšlena pravá strana. Rozhodnutí je realizováno zaškrtnutím jednoho ze dvou políček, viz obr. 4. Vždy musí být zaškrtnuto pouze 1 políčko ze dvou, což je hlídáno nápisem v šedě podbarvené buňce. Proměnná V nabývá hodnoty 1 pro levou stranu nebo -1 pro pravou stranu.

19	Pravá nebo levá strana	<input checked="" type="checkbox"/> levá strana						
20		<input type="checkbox"/> prava strana						
21		v pořádku						
22								

Obr. č. 4: Výběr pravé nebo levé strany

Proměnná H

Slouží k určení metody výpočtu vzdáleností $|BR|$ a $|CR|$. Na základě hodnoty S . Kdy S je vzdálenost mezi efektivním horním úchytem a osou středu sedadla. Jsou možné dvě varianty. Pro $S < 280$ a $S > 280$, na základě EHK č. 14, odst. 5.1.4, str. 9/60 a odst. 5.4.3.3, str.16/60. Rozhodnutí je realizováno zaškrtnutím jednoho ze dvou políček, viz obr. 5. Vždy musí být zaškrtnuto pouze jedno políčko ze dvou, což je hlídáno nápisem v šedě podbarvené buňce. Proměnná H nabývá hodnot 0 nebo 1.

20								
21	Výpočet BR a CR	<input checked="" type="checkbox"/> $S < 280\text{mm}; CR = 450\text{mm}; BR = 260$						dle odstavce 5.1.4 a 5.4.3.3
22		<input type="checkbox"/> $S \geq 280\text{mm}; CR = 500\text{mm}; BR = 260 + 0,8 S$						
23		v pořádku						
24								

Obr. č. 5: Výběr metody výpočtu BR a CR

Proměnná G

Slouží k určení úhlu u bodu D, který je pro zadní sedadla možno volitelně změnit na 65° nebo 60°. Na základě EHK č. 14, odst. 5.4.3.2, str. 15/60. Rozhodnutí je realizováno zaškrtnutím jednoho ze dvou políček, viz obr. 6. Vždy musí být zaškrtnuto pouze jedno políčko ze dvou, což je hlídáno nápisem v šedě podbarvené buňce. Proměnná G nabývá hodnot 0 nebo 1.

[illegible]

Obr. č. 6: Výběr velikosti úhlu u bodu D

Proměnná Q

Slouží k rozhodnutí, zda se jedná o 2-bodový nebo 3-bodový pás. Rozhodnutí je realizováno zaškrtnutím jednoho ze dvou políček, viz obr. 7. Vždy musí být zaškrtnuto pouze jedno políčko ze dvou, což je hlídáno nápisem v šedě podbarvené buňce. Proměnná Q nabývá hodnot 0 nebo 1.

33	3 nebo 2 bodový pás	<input checked="" type="checkbox"/> 3 bodový pás
34		<input type="checkbox"/> 2 bodový pás
35		v pořádku

Obr. č. 7: Volba mezi 2 nebo 3 bodovým pásem

Proměnná T

Slouží k určení způsobu získání naměřených hodnot a výběru vhodného výpočetního postupu. Bude hlouběji rozebrána v bodě 4.3.

Proměnná Š

Slouží k rozhodnutí, zda bude uvažováno vodičko popruhu nebo podobné zařízení. Tuto volbu blíže vysvětluje EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60. Rozhodnutí je realizováno jedním políčkem, viz obr. 8. Proměnná \check{S} nabývá hodnot 0 nebo 1.

36									
37	uvažovat použití vodička popruhu	<input checked="" type="checkbox"/>	ano					dle odstavce 5.4.3.1	
38									

Obr. č. 8: Volba o uvažování vodička popruhu

Proměnná Č

Slouží k rozhodnutí, zda budou uvažovány doplňkové kotevní úchyty. Tuto volbu blíže vysvětluje EHK č. 14, odst. 5.4.3.7 a jeho pododstavce, str. 16/60. Rozhodnutí je realizováno jedním políčkem, viz obr. Proměnná Č nabývá hodnot 0 nebo 1.

38									
39	uvažovat doplňkové kotevní úchyty	<input type="checkbox"/>	ano					dle 5.4.3.7 a jeho pododstavců	
40									

Obr. č. 9: Rozhodnutí zda uvažovat doplňkové kotevní úchyty

4.3 Popis grafického výstupu

Grafický výstup se bude skládat ze tří částí. Nárys a půdorys umístění efektivních kotevních úchyť. Tyto dvě části vychází z předpisu EHK č. 14, přílohy 3, obr. 1. Třetí část bude zobrazovat horní efektivní úchyty v půdoryse a bude vycházet z předpisu EHK č. 14, přílohy 3, obr. 2. Pro další popis bude graf zobrazující první a druhou část nazýván graf 1 a graf zobrazující třetí část graf 2.

4.3.1 Výpočet vzdáleností a úhlů

V tomto bodě bude popsán způsob výpočtu vzdáleností mezi jednotlivými body.

Vzdálenost DR

Bude určena pomocí funkce excelu *když* jako: =KDYŽ (S>200;315+1,8·S;675). Což znamená, že pokud je $S > 200$ mm tak $DR=315+1,8 \cdot S$, pokud $S \leq 200$ mm tak $DR=675$ mm. Výpočet vychází z EHK č. 14, odst. 5.4.3.2, str. 15/60.

Vzdálenost BR

Bude určena za použití proměnné H jako $BR=H \cdot (260+S)+H \cdot (260+0,8 \cdot S)$ Výpočet vychází z EHK č. 14, odst. 5.4.3.3, str 16/60.

Vzdálenost CR

Zároveň udává Y-souřadnici bodu C. Bude určena za použití proměnné H jako $CR = H \cdot 450 + H \cdot 500$. Výpočet a hodnoty vychází z EHK č. 14, odst. 5.1.4, str 9/60.

Úhel δ

Jedná se úhel mezi přímkou torza a rovinou FN. Bude určen pomocí proměnné G jako $\delta = 65 \cdot G + 60 \cdot G$. Výpočet a hodnoty vychází z EHK č. 14, odst. 5.4.3.2, str 15/60.

4.3.2 Graf 1

4.3.2.1 Body použité v nárysu

Bod R

Představuje počátek souřadného systému. Souřadnice [0,0].

Bod D

Leží na přímce torza, prochází jím rovina FN. Souřadnice jsou $[(\sin \beta \cdot DR) \cdot Q; (\cos \beta \cdot DR) \cdot Q]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.2, str. 16/60.

Bod B

Leží na přímce torza, prochází jím rovina FK. Souřadnice jsou $[(\sin \beta \cdot BR) \cdot Q; (\cos \beta \cdot BR) \cdot Q]$ Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.3, str. 16/60.

BOD C

Je umístěn svisle nad bod R. Souřadnice jsou $[0; CR \cdot Q]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.1.4, str. 9/60 a odst. 5.4.3.3, strana 16/60.

Bod F

Leží na průsečíku rovin FK a FN. Rovina FK protíná v bodě B referenční přímku torza pod úhlem 120° , dle odstavce 5.4.3.3, str. 16/90 a pak úhel $\gamma = 60^\circ$ a rovina FN protíná

v bodě D referenční přímku torza pod úhlem $\delta=60^\circ$ nebo 65° dle odstavce 5.4.3.2, str. 15/60. Pak lze podle obrázku 10 psát:

$$tg\gamma = \frac{z}{y}; tg\delta = \frac{z}{x} \quad (4.1)$$

$$z = y \cdot tg\gamma; z = x \cdot tg\delta \quad (4.2)$$

$$y \cdot tg\gamma = x \cdot tg\delta \quad (4.3)$$

$$y \cdot tg\gamma = (BD - y) \cdot tg\delta \quad (4.4)$$

$$y \cdot tg\gamma = BD \cdot tg\delta - y \cdot tg\delta \quad (4.5)$$

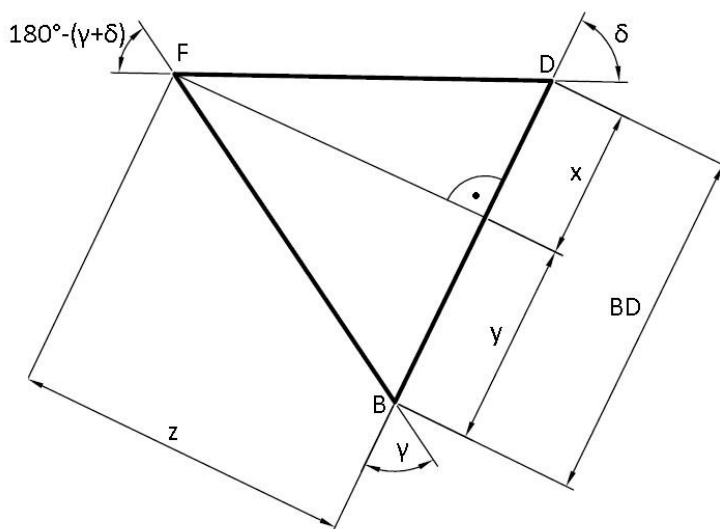
$$y \cdot tg\gamma + y \cdot tg\delta = BD \cdot tg\delta \quad (4.6)$$

$$y \cdot (tg\gamma + tg\delta) = BD \cdot tg\delta \quad (4.7)$$

$$y = \frac{BD \cdot tg\delta}{(tg\gamma + tg\delta)} \quad (4.8)$$

$$\cos\gamma = \frac{y}{BF} \Rightarrow BF = \frac{y}{\cos\gamma} \quad (4.9)$$

$$BF = \frac{y}{\cos\gamma} = \frac{\frac{BD \cdot tg\delta}{(tg\gamma + tg\delta)}}{\cos\gamma} = \frac{BD \cdot tg\delta}{\cos\gamma \cdot (tg\gamma + tg\delta)} \quad (4.10)$$



Obr. č. 10: Určení velikosti BF

Pak lze podle obrázků 10 a 11 psát:

$$\cos \varepsilon = \frac{x}{BF} \Rightarrow x = BF \cdot \cos \varepsilon \quad (4.11)$$

$$\sin \varepsilon = \frac{y}{BF} \Rightarrow y = BF \cdot \sin \varepsilon \quad (4.12)$$

$$180^\circ = 120^\circ + \beta + \omega \text{ (viz obr A)} \quad (4.13)$$

$$\varepsilon + \omega = 90^\circ \text{ (viz obr A)} \quad (4.14)$$

$$\varepsilon + (180^\circ - 190^\circ - \beta) = 90 \quad (4.15)$$

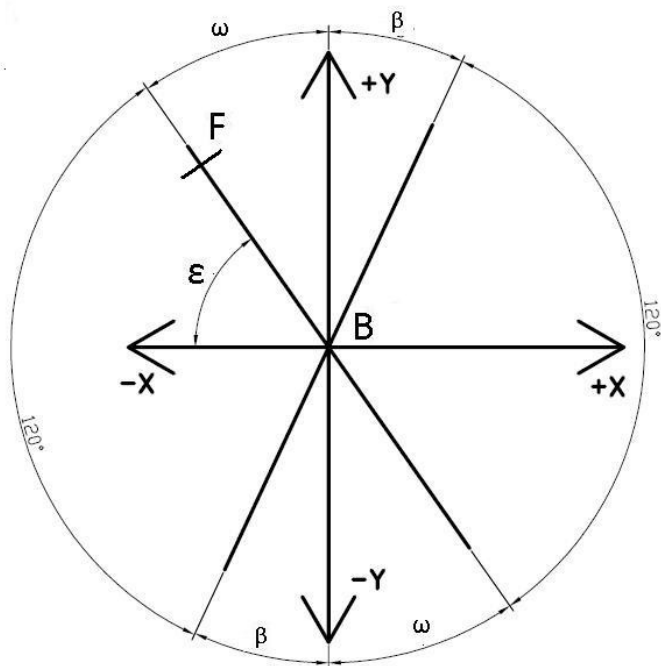
$$\varepsilon = 30 + \beta \quad (4.16)$$

$$F^X = B^X - BF \cdot \cos (30 + \beta) \quad (4.17)$$

$$F^Y = B^Y - BF \cdot \sin (30 + \beta) \quad (4.18)$$

Pak souřadnice bodu F

$$\left[\left(B^X - \frac{BD \cdot tg \delta}{\cos \gamma \cdot (tg \gamma + tg \delta)} \cdot \cos(30 + \beta) \right) \cdot Q; \left(B^Y - \frac{BD \cdot tg \delta}{\cos \gamma \cdot (tg \gamma + tg \delta)} \cdot \sin(30 + \beta) \right) \cdot Q \right]$$



Obr. č. 12: Určení úhlu ε

Bod K

Společně s bodem K definuje rovinu FK. V grafu je určen jako pokračování spojnice bodu F a B. Souřadnice $[(B^X + (B^X - F^X)) \cdot Q; (B^Y + (B^Y - F^Y)) \cdot Q]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.3, str. 16/60.

Bod Y

Určuje spodní hranu povoleného prostoru pro horní úchyt bezpečnostního pásu. Souřadnice $[N^X \cdot Q; C^Y \cdot Q]$

Bod N

Společně s bodem F definuje rovinu FN. V grafu je určen jako pokračování spojnice bodu F a D. Souřadnice $[(2 \cdot (D^X - F^X) + D^X) \cdot Q; (2 \cdot (D^Y - F^Y) + D^Y) \cdot Q]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.2, str. 16/60.

Bod Z

Leží na referenční přímce ve vzdálenosti 530 od bodu R. Souřadnice $[(530 \cdot \sin \beta) \cdot Q \cdot \check{S}; (530 \cdot \cos \beta) \cdot Q \cdot \check{S}]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60.

Bod X

Leží na kolmici k podélné střední rovině vozidla ve vzdálenosti 120 mm směrem od kotevního úchyty. Souřadnice $[Z^X \cdot Q \cdot \check{S}; Z^Y \cdot Q \cdot \check{S}]$ Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60.

Body J1,J2

Leží na kolmici k rovině definované RZ a ZX, ve vzdálenosti 60 mm směrem dopředu. V náryse se překrývají. Souřadnice $[(X^X - (60 \cdot \sin(90-\beta)) \cdot Q \cdot \check{S}; (X^Y - (60 \cdot \cos(90-\beta)) \cdot Q \cdot \check{S})]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60

4.3.2.2 Ostatní body a objekty použité v nárysu a neoznačené ve výsledném obrázku

Nahoru rozšířená oblast pro doplňkové úchyty pásu

Používá se v případě doplňkových úchyť pásu. Lze říci, že je ohraničena rovnoběžkou s rovinou FK ve vzdálenosti 80 mm. Zleva je ohraničena svislicí procházející bodem F a zprava není nijak ohraničena.

	X	Y
F pro rozšíření	$F^X \cdot \check{C} \cdot Q$	$F^Y \cdot \check{C} \cdot Q$
Rozšíření nahoru F	$F^X \cdot \check{C} \cdot Q$	$(F^Y + 80) \cdot \check{C} \cdot Q$
Rozšíření nahoru N	$N^X \cdot \check{C} \cdot Q$	$(N^Y + 80) \cdot \check{C} \cdot Q$

Tab. č.4: Body tvořící nahoru rozšířenou oblast pro doplňkové úchyty

Doleva rozšířená oblast pro doplňkové úchyty pásu

Používá se v případě doplňkových úchyť pásu. Lze říci, že je ohraničena rovnoběžkou s rovinou FB. Která je shora ohraničena svislicí procházející bodem F a zespoda je ohraničena rovinou CY.

	X	Y
F pro rozšíření	$F^X \cdot \check{C} \cdot Q$	$F^Y \cdot \check{C} \cdot Q$
Rozšíření vlevo F	$F^X \cdot \check{C} \cdot Q$	$(F^Y - 80) \cdot \check{C} \cdot Q$
Rozšíření vlevo B	$\left(F^X + \frac{(F^Y - 80) - C^Y}{\tan \varepsilon} \right) \cdot \check{C} \cdot Q$	$F^Y \cdot \check{C} \cdot Q$

-uhel ε je určen v obrázku 12.

Tab. č.5: Body tvořící vlevo rozšířenou oblast pro doplňkové úchyty

Obrys sedadla

Všechny body byly zvoleny. Byly voleny, aby výsledný obrys sedadla byl podobný obrysu sedadla v normě. Níže uvedená tabulka popisuje vztah zvolených bodů k bodu R a ostatním bodům.

	X	Y
R	B^X	B^Y
Se1	$B^X - 270$	$B^Y - 170$
Se2	$B^X - 280$	$B^Y - 150$
Se3	$B^X - 300$	$B^Y - 20$
Se4	$B^X - 210$	$B^Y + 10$
Se5	$B^X + 10$	$B^Y - 20$
Se6	$B^X + 60$	B^Y
Se7	$(\sin \beta) \cdot 540 + 60$	$(\cos \beta) \cdot 540 + 60$
Se8	$Se7^X + 30$	$Se7^Y + 10$
Se9	$Se7^X + 80$	$Se8^Y - 20$
Se10	$Se9^X$	$Se9^Y - 20$
Se11	$B^X + 150$	$B^Y - 130$
Se12	$B^X + 110$	$B^Y - 160$
Se13	$B^X - 270$	$B^Y - 170$

Tab. č. 6: Body tvořící nárys sedadla

Značka, vynášecí čára a kótovací čára u bodu L1

Značka bodu L_1 byla vytvořena jako křížek o délce ramen 30 mm s průsečíkem v bodě L_1 .

	X	Y
V1	$L1^X + 30$	$L1^Y$
V2	$L1^X - 30$	$L1^Y$
S1	$L1^X$	$L1^Y + 30$
S2	$L1^X$	$L1^Y - 30$

Tab. č. 7: Body tvořící značku bodu L_1

Vynášecí čára je tvořena jako přímka procházející bodem R, bodem L_1 a pak bodem posunutým za bod L_1 . Hodnotu posunutí udává hodnota oL_1 , kterou lze číselně zadat na list se vstupem a výstupem.

	X	Y
1	$L1^X$	$L1^Y$
2	$L1^X + oL1$	$L1^Y \cdot \frac{L1 \text{ vynášecí čára}(2)^X}{L1 \text{ vynášecí čára}(1)^X}$
3	$L1^X + oL1 + 10$	$L1^Y + \frac{L1 \text{ vynášecí čára}(3)^X}{L1 \text{ vynášecí čára}(1)^X}$

Tab. č. 8: Body tvořící vynášecí čáru

Kótovací čára k od bodu L_1 k ose X (kóta hodnoty α_1) je tvořena šipkami a částí kružnice. Aby kóta opravdu měla tvar kružnice, byla provedena jako spojnice 19 po kružnici rovnoměrně rozmístěných bodů. Šipky na koncích kótovací čáry nejsou vedeny kolmo na kótovanou geometrii, ale vychází z bodů použitých k tvorbě kruhové části kótovací čáry.

	X	Y
šipka pravá	$vd^x + \sin(\Psi_d + 25) \cdot 30$	$vd^y + \cos(\Psi_d + 25) \cdot 30$
vrchol dole	$L1 \text{ vynášecí čára}(2)^x$	$L1 \text{ vynášecí čára}(2)^y$
šipka levá	$vd^x + \sin(\Psi_d - 30) \cdot 30$	$vd^y + \cos(\Psi_d - 30) \cdot 30$
vrchol dole	$L1 \text{ vynášecí čára}(2)^x$	$L1 \text{ vynášecí čára}(2)^y$
1	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,95)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,95)$
2	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,9)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,9)$
3	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,85)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,85)$
4	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,8)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,8)$
5	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,75)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,75)$
6	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,7)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,7)$
7	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,65)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,65)$
8	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,6)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,6)$
9	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,55)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,55)$
10	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,5)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,5)$
11	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,45)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,45)$
12	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,4)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,4)$
13	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,35)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,35)$
14	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,3)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,3)$
15	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,25)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,25)$
16	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,2)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,2)$
17	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,15)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,15)$
18	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,1)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,1)$
19	$vo^x \cdot \cos(\alpha_1 \cdot 0,05)$	$-vo^x \cdot \sin(\alpha_1 \cdot 0,05)$
vrchol u osy	$\sqrt{(L1 \text{ vynášecí čára}(2)^x)^2 + (L1 \text{ vynášecí čára}(2)^y)^2}$	R^y
šipka pravá	$vo^x + \sin(\Psi_h + 25) \cdot 30$	$vo^y - \cos(\Psi_h + 25) \cdot 30$
vrchol u osy	$\sqrt{(L1 \text{ vynášecí čára}(2)^x)^2 + (L1 \text{ vynášecí čára}(2)^y)^2}$	R^y
šipka levá	$vo^x + \sin(\Psi_h - 30) \cdot 30$	$vo^y - \cos(\Psi_h - 30) \cdot 30$

-vd-vrchol dole

-vo-vrchol u osy

$$-\Psi_d = \arctg \frac{L1 \text{ kótovací čára}(1)^x - \text{vrchol dole}^x}{L1 \text{ kótovací čára}(1)^y - \text{vrchol dole}^y}$$

$$-\Psi_h = \arctg \frac{L1 \text{ kótovací čára}(19)^x - \text{vrchol u osy}^x}{L1 \text{ kótovací čára}(19)^y - \text{vrchol u osy}^y}$$

-úhly Ψ_d a Ψ_h jsou úhly pro vykreslení šipek kót. Jejich použití je hlavně estetickou záležitostí.

Tab. č. 9: Body tvořící kótovací čáru

Značka, vynášecí čára a kótovací čára u bodu L2

Jsou vytvořeny analogicky jako pro L1.

4.3.2.3 Body použité v půdorysu

Jsou od bodů použitých v náryse odlišeny doplněním písmene P.

Bod RP

Je průmětem bodu R do půdorysu, proto X-ová souřadnice zůstává stejná jako u bodu R. Jeho vzdálenost ve svislém směru je možno měnit přepsáním hodnoty p. Aby nedocházelo k případnému překrytí nárysu a půdorysu. Souřadnice $[0, p]$

Bod ZP

Je průmětem bodu Z do půdorysu a leží na podélné střední rovině vozidla. Souřadnice $[Z^X \cdot Q \cdot \check{S}, RP^Y \cdot Q \cdot \check{S}]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60

Bod XP

Je průmětem bodu X do půdorysu a leží 120 mm od XP kolmo na podélnou střední rovinu vozidla., ve směru od kotevního úchyty. Souřadnice $[Z^X \cdot Q \cdot \check{S}, (ZP^Y - 120) \cdot Q \cdot \check{S}]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60

Bod J1P

Je průmětem bodu J1 do půdorysu. Leží na kolmici k rovině definované RZ a ZX, ve vzdálenosti 60 mm směrem dopředu, takže jeho Y-ová souřadnice se shoduje s Y-ovou souřadnicí bodu XP. Souřadnice $[J1P^X \cdot Q \cdot \check{S}, (XP^Y) \cdot Q \cdot \check{S}]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60

Bod J2P

Je průmětem bodu J2 do půdorysu. Je souměrný s bodem J1P podle přímky torza figuríny. Předpokládám že, přímka torza figuríny leží v podélné svislé rovině vozidla. Souřadnice $[J1P^X \cdot Q \cdot \check{S}, (RP^Y + RP^Y - J1P^Y) \cdot Q \cdot \check{S}]$. Určen dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.1, str. 15/60.

Sedadlo půdorys

Body sedadla byly vhodně zvoleny, aby jimi vedená křivka vzhledově odpovídala předloze.

	X	Y
SeP1	RP^X+55	RP^Y+225
SeP2	RP^X-250	$SeP1^Y$
SeP3	RP^X-300	RP^Y-175
SeP4	RP^X-300	RP^Y-175
SeP5	RP^X-250	RP^Y-225
SeP6	$SE7^X-10$	$SeP5^Y$
SeP7	$SeP8^X-25$	RP^Y-168
SeP8	$SeP9^X-10$	$RP^Y-112,5$
SeP9	$Se10^X$	RP^Y
SeP10	$SeP9^X-10$	$RP^Y+112,5$
SeP11	$SeP10^X-25$	RP^Y+168
SeP12	$SeP6^X$	$SeP1^Y$
SeP13	SeP^X-50	$SeP11^Y$
SeP14	$SeP10^X-50$	$SeP10^Y$
SeP15	$SeP9^X-50$	$SeP9^Y$
SeP16	$SeP8^X-50$	$SeP8^Y$
SeP17	$SeP7^X-50$	$SeP7^Y$
SeP18	$SeP6^X$	$SeP6^Y$
SeP19	$SeP20^X-5$	$SeP18^Y$
SeP20	$Se6^X$	$SeP17+20$
SeP21	$SeP20^X+10$	$SeP16^Y$
SeP22	$SeP19^X+25$	$SeP15^Y$
SeP23	$SeP21^X$	$SeP14^Y$
SeP24	$SeP20^X$	$SeP13^Y-10$
SeP25	$SeP1^X$	$SeP1^Y$
SeP26	$SeP12^X$	$SeP12^Y$

Tab. č. 10: Souřadnice k nakreslení sedadla

Osa půdorysu

Protože půdorys je ve stejném grafu jako nárys, je nutno vykreslit vodorovnou osu. Osa bude vhodně přerušena, aby bylo možno vynést kótu S podle zásad technického kreslení.

	X	Y
1	-400	RP^Y
přerušeni	kóta L půdorys(střed) ^X -80	RP^Y
přerušeni	kóta L půdorys(střed) ^X +18	RP^Y
2	1000	RP^Y

Tab. č.11:Souřadnice k nakreslení osy půdorysu

Kóta S půdorys

Je vytvořen na základě hodnoty S.

	X	Y
šipka	vo^X+15	$V \cdot (vno^Y + 15) + V(vno^Y - 15)$
vrchol ne u osy	vo^X	$V \cdot (RP^Y - S) + V(RP^Y + S)$
šipka	vo^X-15	$V \cdot (vno^Y + 15) + V(vno^Y - 15)$
vrchol ne u osy	vo^X	$V \cdot (RP^Y - S) + V(RP^Y + S)$
střed	vo^X	$\frac{vo^Y + vno^Y}{2}$
vrchol u osy	vo^X	RP^Y
šipka	vo^X-100	$V \cdot (vo^Y - 15) + V(vo^Y + 15)$
vrcholu osy	800	RP^Y
šipka	vo^X+100	$V \cdot (vo^Y - 15) + V(vo^Y + 15)$

-vno-vrchol né u osy

-vo-vrchol u osy

Tab. č.12:Souřadnice k nakreslení kóty S

Horní úchyt pásu v půdoryse

Je vytvořen na základě hodnoty S. Ve vzdálenosti S od osy půdorysu je vedena rovnoběžka s vodorovnou osou, která je doplněna šrafy.

	X	Y
huP1	vo^X-150	$V \cdot (RP^Y - S) + V(RP^Y + S)$
huP2	vno^X+150	$huP1^Y$
š1z	$huP1^X+50$	$huP1^Y$
š1k	$š1z^X-50$	$V \cdot (huP^Y - 50) + V(huP^Y + 50)$
š2z	$š1z^X+50$	$huP1^Y$
š2k	$š2z^X-50$	$š1k^Y$
š3z	$š2z^X+50$	$huP1^Y$
š3k	$š3z^X-50$	$š1k^Y$
š4z	$š3z^X+50$	$huP1^Y$
š4k	$š4z^X-50$	$š1k^Y$
š5z	$š4z^X+50$	$huP1^Y$
š5k	$š5z^X-50$	$š1k^Y$
š6z	$š5z^X+50$	$huP1^Y$
š6k	$š6z^X-50$	$š1k^Y$

Tab. č.13: Souřadnice pro nakreslení horního úchytu v půdoryse

Kóta L půdorys

Je tvořena vynášecími čarami, kótovací čarou a šípkami.

	X	Y
L1P	$L1P^X$	$L1P^Y$
roh 1	seP^X+100	$L1P^Y$
šipka levá	$roh\ 1^X - \frac{15}{\cos 30}$	$roh\ 1^Y + \frac{15}{\sin 30} \cdot V$
roh 1	seP^X+100	$L1P^Y$
šipka pravá	$roh\ 1^X + \frac{15}{\cos 30}$	$roh\ 1^Y + \frac{15}{\sin 30} \cdot V$
roh 1	seP^X+100	$L1P^Y$
střed	seP^X+100	$\frac{L1P^Y + L2P^Y}{2}$
roh 2	seP^X+100	$L2P^Y$
šipka levá	$roh\ 2^X - \frac{15}{\cos 30}$	$roh\ 2^Y - \frac{15}{\sin 30} \cdot V$
roh 2	seP^X+100	$L2P^Y$
šipka pravá	$roh\ 2^X + \frac{15}{\cos 30}$	$roh\ 2^Y - \frac{15}{\sin 30} \cdot V$
roh 2	seP^X+100	$L2P^Y$
L2P	$L2P^X$	$L2P^Y$

Tab. č.14:Souřadnice pro nakreslení kóty L

Značky bodů L1P, L2P, XP, ZP, J1P, J2P

Budou tvořeny křížkem. Konce křížku jsou vždy 30mm od bodu ve svislém i vodorovném směru.

4.3.3 Graf 2

Body a objekty použité při tvorbě grafu 2

Body použité v grafu, budou v názvu doplněny o písmeno G. Jsou použity souřadnice bodů z půdorysu z grafu 1. Jejich X souřadnice zůstane stejná a od jejich Y souřadnice bude odečtena hodnota proměnné p.

	x	y
R	0	0
J1G	$J1P^X$	$J1P^Y-p$
J2G	$J2P^X$	$J2P^Y-p$
L1G	$L1P^X$	$L1P^Y-p$
L2G	$L2P^X$	$L2P^Y-p$
XG	XP^X	XP^Y-p
ZG	ZP^X	ZP^Y-p
horní úchyt	$U1^X$	$U1^Y-p$
dolní úchyt	$U2^X$	$U2^Y-p$

Tab. č.15:Souřadnice bodů použitých v grafu 2

Sedadlo

Obrys sedadla byl vytvořen stejným způsobem jako pro nárys v grafu 1. Jedinou změnou bylo odečtení hodnoty proměnné p od Y-souřadnic.

	X	Y
SeG1	RP^X+55	$RP^Y+225-p$
SeG2	RP^X-250	$SeP1^Y-p$
SeG3	RP^X-300	$RP^Y-175-p$
SeG4	RP^X-300	$RP^Y-175-p$
SeG5	RP^X-250	$RP^Y-225-p$
SeG6	$SE7^X-10$	$SeP5^Y-p$
SeG7	$SeP8^X-25$	$RP^Y-168-p$
SeG8	$SeP9^X-10$	$RP^Y-112,5-p$
SeG9	$Se10^X$	RP^Y-p
SeG10	$SeP9^X-10$	$RP^Y+112-p,5$
SeG11	$SeP10^X-25$	$RP^Y+168-p$
SeG12	$SeP6^X$	$SeP1^Y-p$
SeG13	SeP^X-50	$SeP11^Y-p$
SeG14	$SeP10^X-50$	$SeP10^Y-p$
SeG15	$SeP9^X-50$	$SeP9^Y-p$
SeG16	$SeP8^X-50$	$SeP8^Y-p$
SeG17	$SeP7^X-50$	$SeP7^Y-p$
SeG18	$SeP6^X$	$SeP6^Y-p$
SeG19	$SeP20^X-5$	$SeP18^Y-p$
SeG20	$Se6^X$	$SeP17+20-p$
SeG21	$SeP20^X+10$	$SeP16^Y-p$
SeG22	$SeP19^X+25$	$SeP15^Y-p$
SeG23	$SeP21^X$	$SeP14^Y-p$
SeG24	$SeP20^X$	$SeP13^Y-10-p$
SeG25	$SeP1^X$	$SeP1^Y-p$
SeG26	$SeP12^X$	$SeP12^Y-p$

Tab. č.16:Souřadnice pro tvorbu sedadla

Klín od bodu J1 vymežující povolenou oblast

Horní část klínu byla vytvořena jako posunutí bodu J1 v X souřadnici o 600mm doprava. Y-souřadnice pak byla dopočtena pomocí funkce tangens a požadavku aby rameno klínu svíralo s osou X úhel 20°. Spodní část byla vytvořena analogicky pro úhel 10°.

	X	Y
Horní hrana	$J1P^X+600$	$J1Y+(V.600.tan\ 20)$
J1G	$J1P^X$	$J1PY-p$
Spodní hrana	$J1P^X+600$	$J1Y+(V.600.tan\ 10)$

Tab. č.17:Souřadnice pro klín od bodu J1

Klín od bodu J2 vymezuje povolenou oblast

Klín od bodu J2 je vytvořen analogicky, jako klín od bodu J1.

Značky dalších bodů a náčrt souřadného systému

Značky bodů Z, X, J1, J2 a R budou vytvořeny stejně jako pro graf 1. Jejich souřadnice budou přebrány z půdorysu grafu 1, kdy X-souřadnice zůstane stejná a od Y-souřadnice bude odečtena hodnota proměnné p. Náčrt souřadného systému bude vytvořen stejným způsobem.

4.4 Výpočetní postup

V tomto bodě bude popsána transformace a přepočet naměřených hodnot do souřadnic použitých pro grafický výstup z bodu 4.1.

Hodnoty budou vkládány do tabulky v programu excel podle způsobu měření, souřadnice kterou prezentují a bodu který ve skutečném vozidle prezentují.

Celá tabulka pro zadávání hodnot vypadá takto:

	souřadnice											
	vzhledem k R			vzhledem jinému bodu			bod vzhledem k R			vzhledem k R		
	úhel	délka	z	úhel	délka	z	úhel	délka	z	úhel	délka	z
Místní pozice horního úchyty	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
horní												
dolní												
Pozice spodního úchyty	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
vnější												
vnitřní												

Obr. č. 12: Tabulka pro zadávání hodnot

Protože je příliš dlouhá a poměrně nízká bude pro samotné měření rozdělena na více částí, doplněná náčrtem souřadného systému a vysvětlivkami. Návrh je v příloze.

Zaškrtačací políčka budou pomocí funkce excelu „když“ převedena na tabulku s 1 a 0 podle způsobu měření a měřeného bodu. Tabulka bude rozšířena o sloupec se součtem pro jednotlivé řádky. Tento součet bude sloužit ke zpětné kontrole, zda nebylo zaškrtnuto více než jedno políčko v řádku.

	Souřadnice vzhledem k bodu R	Souřadnice vzhledem k jinému bodu	Úhel a souřadnice vzhledem k bodu R	Úhel a souřadnice vzhledem k jinému bodu	Kontrolní součet pro řádek
Horní úchyt, horní pozice	0	0	1	0	1
Horní úchyt, dolní pozice	0	0	1	0	1
vnější	0	0	1	0	1
vnitřní	0	0	1	0	1

Tab. č.18:Vysvětlení výběru varianty

Hodnoty z prvních 4 sloupců tabulky budou v celé práci označovány písmenem T s indexem řádku a sloupce. Hodnoty z pátého sloupce budou označovány jako K s indexem řádku.

	Souřadnice vzhledem k bodu R	Souřadnice vzhledem k jinému bodu	Úhel a souřadnice vzhledem k bodu R	Úhel a souřadnice vzhledem k jinému bodu	Kontrolní součet pro řádek
Horní úchyt, horní pozice	T11	T12	T13	T14	K1
Horní úchyt, dolní pozice	T21	T22	T23	T24	K2
vnější	T31	T32	T33	T34	K3
vnitřní	T41	T42	T43	T44	K4

Tab. č.19:Vysvětlení proměnné T

Potom lze z naměřených hodnot získat hodnoty pro grafický výstup následujícím způsobem.

Hodnoty z prvního sloupce

Pro hodnoty z prvního sloupce lze souřadnice naměřeného bodu v souřadném systému grafu psát jako:

$$I: [n^x, n^z, n^y]$$

Kde indexy x,y,z značí které ose vozidla souřadnice odpovídají a v kterém sloupci tabulky jsou zapsány. Písmeno n označuje souřadnice úchyty vzhledem k bodu R.

Hodnoty z druhého sloupce

Pro hodnoty z druhého sloupce lze souřadnice naměřeného bodu v souřadném systému grafu psát jako

$$II: [n^x + m^x; n^z + m^z; n^y + m^y].$$

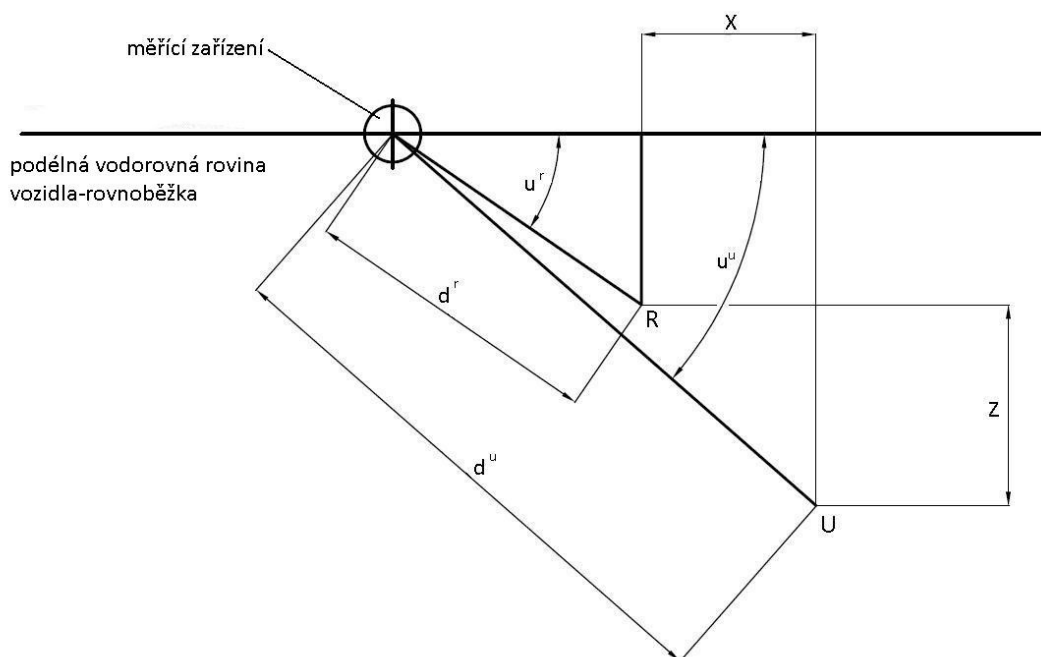
Kde indexy x,y,z značí které ose vozidla souřadnice odpovídají a v kterém sloupci tabulky jsou zapsány. Písmeno n označuje souřadnice vzhledem k pomocnému bodu. Písmeno m označuje souřadnice pomocného bodu vzhledem k bodu R.

Hodnoty z třetího sloupce

Pro hodnoty z třetího sloupce lze souřadnice naměřeného bodu v souřadném systému grafu psát jako

$$III: [-(d^r \cdot \cos(-u^r)) + (d^u \cdot \cos(-u^u)); (d^r \cdot \sin(-u^r)) - (d^u \cdot \sin(-u^u)); m^y - n^y]$$

Kde indexy r a u označují, zda jde o hodnotu vztaženou k úchyty nebo bodu R. Písmeno d značí naměřenou vzdálenost, písmeno u značí naměřený úhel. Pro y-osu n^y značí hodnotu odečtenou pro bod R a m^y značí hodnotu odečtenou pro měřený bod. Postup výpočtu je naznačen na obr. 13.



Obr. č. 13: Princip měření

Hodnoty ze čtvrtého sloupce

Pro hodnoty ze čtvrtého sloupce lze souřadnice naměřeného bodu v souřadném systému grafu psát jako

$$IV: \begin{bmatrix} -(d^r \cdot \cos(-u^r)) + (d^u \cdot \cos(-u^u)) + r^x; \\ (d^r \cdot \sin(-u^r)) - (d^u \cdot \sin(-u^u)) + r^z; \\ n^y - m^y - r^y \end{bmatrix}^T$$

Kde indexy r a u označují zda jde o hodnotu vztaženou k úchytu nebo pomocnému bodu. Písmeno d značí naměřenou vzdálenost, písmeno u značí naměřený úhel. Hodnoty r^z , r^x a r^y značí souřadnice bodu R vzhledem k pomocnému bodu. Pro y-osu n^y značí hodnotu odečtenou pro bod R a m^y značí hodnotu odečtenou pro měřený bod.

Vyhodnocení naměřených hodnot

Pak lze vytvořit tabulku souřadnic jednotlivých bodů v souřadném systému grafu

bod	Souřadnice bodu
Horní úchyt, horní pozice	I·T11+ II·T12+ III· T13+ IV· T14
Horní úchyt, dolní pozice	I·T21+ II·T22+ III·T23+ IV· T24
vnější	I·T31+ II· T32+ III· T33+ IV· T34
vnitřní	I·T41+ II· T42+ III· T43+ IV· T44

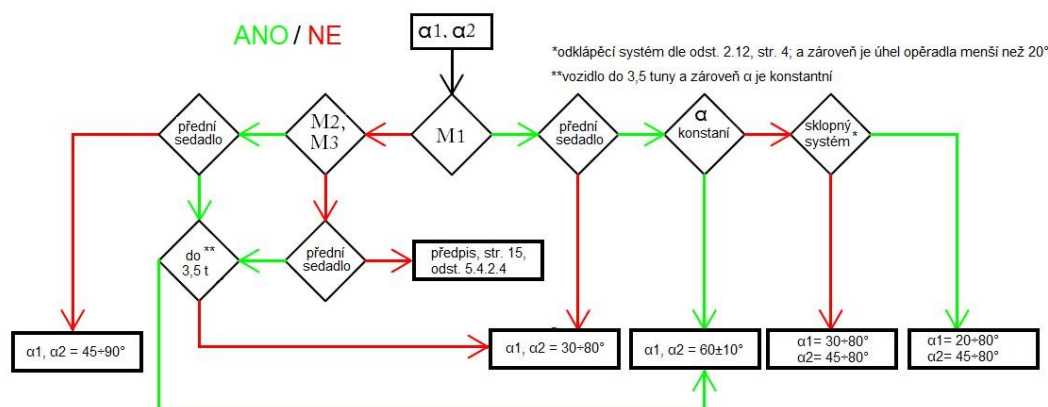
Tab. č.20:Způsob určení souřadnic

A na základě této tabulky lze jednoznačně vynést naměřené hodnoty do grafu. Všechny souřadnice horního úchyty budou vynásobeny proměnnou Q. Pro body spodního úchyty budou jejich Z-tové souřadnice vyneseny do půdorysu. Do půdorysu budou převedeny tak že od nich bude odečtena hodnota p a tím se z nich stanou Y-ové souřadnice. Body spodních úchyťů nebudou vynásobeny proměnnou V, protože jejich pozice vůči sedadlu bude určena jejich naměřenými souřadnicemi.

Vyhodnocení úhlů α_1 a α_2

Výpočet je realizován z hodnot zadaných do tabulky naměřených hodnot. Samotné úhly pak budou pomocí funkcí excelu spočteny jako: $\alpha_1 = -\text{DEGREES}(\text{ARCTG}(L1^Y/L1^X))$ a $\alpha_2 = -\text{DEGREES}(\text{ARCTG}(L2^Y/L2^X))$.

Další vyhodnocení pak bude provedeno v závislosti na faktorech ovlivňujících předpisem požadované hodnoty. K tomuto vyhodnocení bude sloužit přiložená tabulka (tab. č. 3) nebo vývojový diagram (obr. č. 14). Tabulka je převzata z předpisu, byla dříve uvedena v bodu legislativní požadavky, do excelovského souboru bude vložena jako obrázek pro snazší další manipulaci



Obr. č. 14: Vývojový diagram pro určení úhlů α_1, α_2

Vyhodnocení vzdáleností v y-ose

Vyhodnocení velikosti S vychází z hodnoty zadané na začátku vyplňování listu. Její vyhodnocování je realizováno pomocí funkce když, jako: =KDYŽ($S < 140$; "problém"; "v pořádku"). Hodnota 140 mm vychází z požadavku na minimální hodnotu S , dle EHK č. 14, odst. 5.4.3.4; str 16/60.

Vyhodnocování minimálních vzdáleností spodních úchytů vychází z hodnot zadaných do tabulky naměřených hodnot.

dolní úchyty od střední roviny sedadla	vnější	=KDYŽ(ABS($L1^Z$)<120;"problém!";"v pořádku")
	vnitřní	=KDYŽ(ABS($L2^Z$)<120;"problém!";"v pořádku")
dolní úchyty od sebe		=KDYŽ(ABS($L1^Z$)+ABS($L2^Z$)>350;"v pořádku"; (KDYŽ(ABS($L1^Z$)+ABS($L2^Z$)>240;"výjimka ?"; "problém!"))

Tab. č.21:Vyhodnocení vzdáleností spodních úchytů

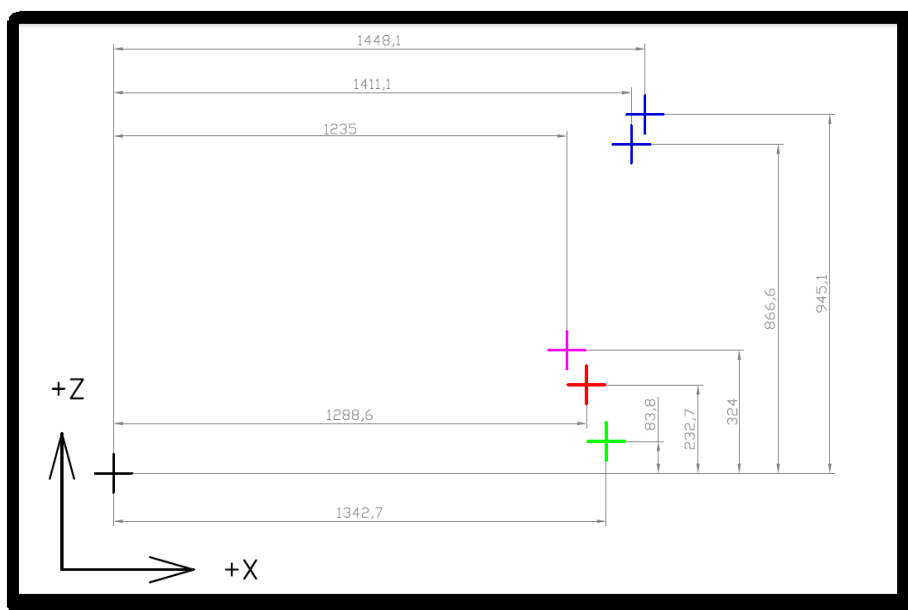
4.5 Ověření výpočetního postupu

Ověření výpočetního postupu je provedeno nakreslením situace pro levé přední sedadlo konkrétního automobilu (obr. 15 a obr. 16). Hodnoty pocházejí z dodané dokumentace. (viz tab. 22)

	osa	Souřadnice [mm]
R bod	x	1235
	y	-333
	z	324
Horní úchyt, horní pozice	x	1448,1
	y	-574
	z	945,1
Horní úchyt, dolní pozice	x	1411,1
	y	-601,1
	z	866,6
Spodní úchyt, vnitřní	x	1288,6
	y	-82,7
	z	232,7
Spodní úchyt, vnější	x	1342,7
	y	-627,8
	z	83,8

Tab. č.22:Hodnoty pro skutečný automobil

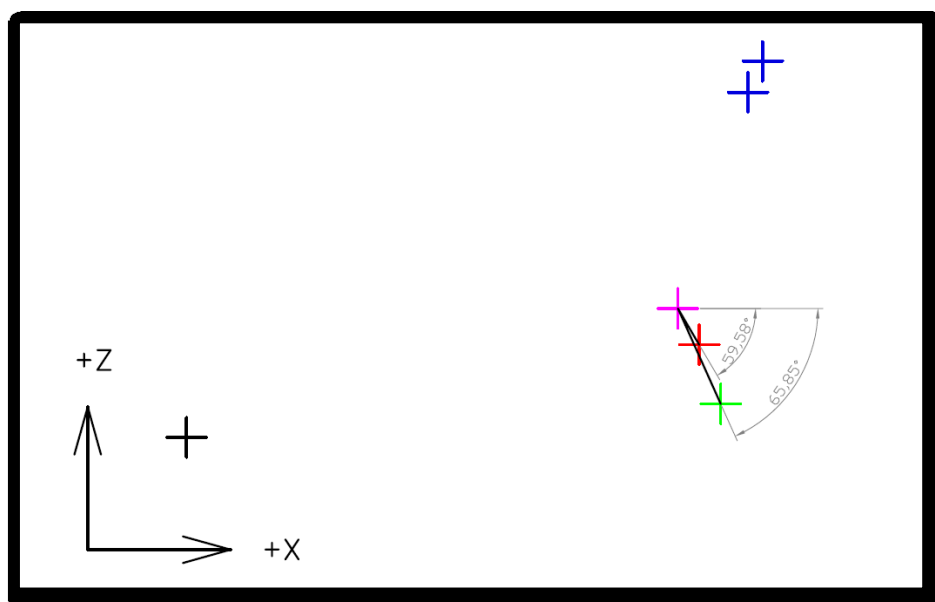
Skutečná situace



Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt, Počátek souřadného systému

Obr. č. 15: Skutečná situace-vzdálenosti

Pro dané souřadnice byly zjištěny hodnoty úhlů α_1 a α_2

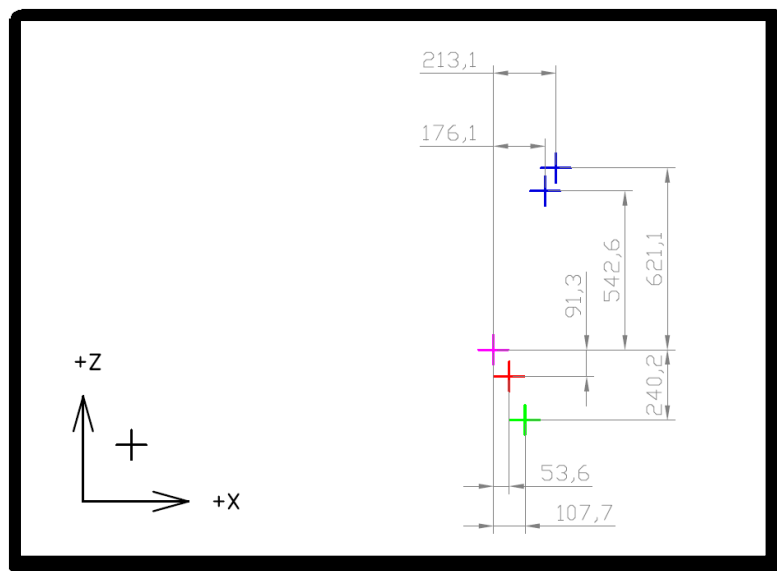


Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt, Počátek souřadného systému

Obr. č. 16: Skutečná situace-úhly

A do dané skutečné situace jsou poté zakresleny jednotlivé případy měření.

Varianta I.



Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt

Obr. č. 17: Hodnoty pro variantu 1

Z obrázku vyčtené hodnoty jsou pak dosazeny do vstupu výpočetního postupu.

			<-počet označených ř	Souřadnice vzhledem k R			
				?	úchyt		
					x	y	z
Možné pozice horního úchyty							
	horní		ok	<input checked="" type="checkbox"/>	213,1	---	621,1
	spodní		ok	<input checked="" type="checkbox"/>	176,1	---	542,6
Pozice spodního úchyty					x	y	z
	vnější		ok	<input checked="" type="checkbox"/>	107,7	-294,0	-240,2
	vnitřní		ok	<input checked="" type="checkbox"/>	53,6	250,0	-91,3

Obr. č. 18: Zadání hodnot pro variantu 1

Kdy výpočetní postup určí souřadnice daných bodů v souřadném systému grafického výstupu (viz bod 4.1)

Var. 1	X	Y
L1	107,7	-240,2
L2	53,6	-91,3
U1	213,1	621,1
U2	176,1	542,6

Tab. č.23:Souřadnice pro variantu 1

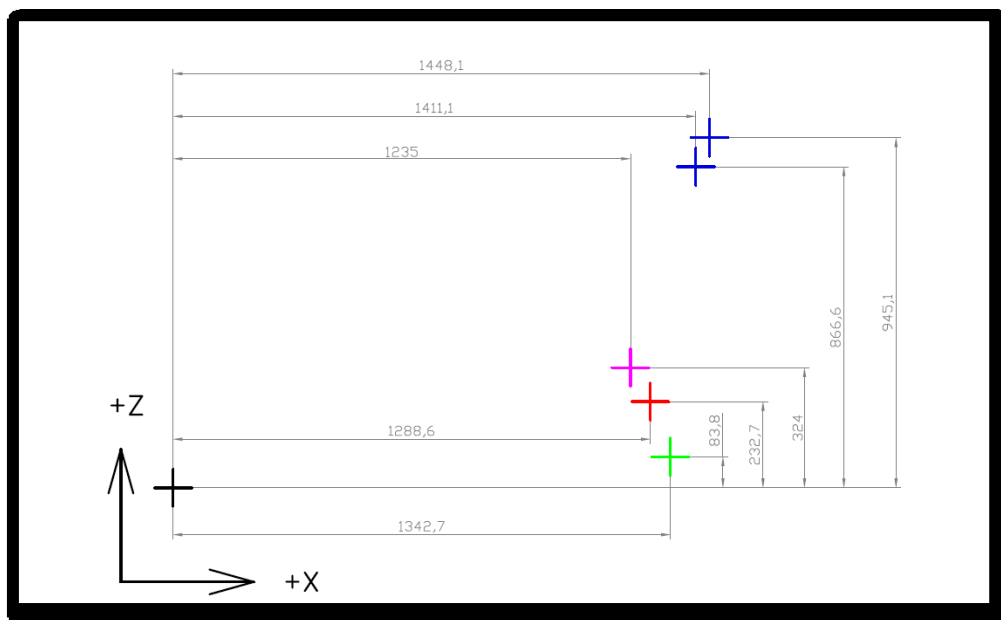
A v části výstupu vypíše úhly α_1 a α_2

	$\alpha_1 [^\circ]$	$\alpha_2 [^\circ]$
Varianta 1	65,850	59,584

Tab. č.24:Úhly pro variantu 1

Varianta 2

Strukturou zadávání hodnot odpovídá způsobu, jakým jsou hodnoty zadány v dodané dokumentaci. Proto budou hodnoty této varianty pro další vyhodnocování brány jako správné a budou s nimi porovnány varianty ostatních hodnot.



Popis obrázku: **Horní a dolní pozice horního úchytu**, **R-bod**, **Vnitřní spodní úchyt**, **Vnější spodní úchyt**, Počátek souřadného systému

Obr. č. 19: Rozměry pro variantu 2

V obrázku a dokumentaci nalezené hodnoty jsou pak dosazeny do vstupu výpočetního postupu.

souřadnice									
n k R	Souřadnice vzhledem k nule								ú
	?	Souřadnice úchytu				Souřadnice R-bodu			?
z		x	y	z		x	y	z	
521,1	<input checked="" type="checkbox"/>	1448,1	---	945,1	vzhledem	1235,0	---	324,0	<input type="checkbox"/> 1
542,6	<input checked="" type="checkbox"/>	1411,1	---	866,6	vzhledem	1235,0	---	324,0	<input type="checkbox"/> 1
z		x	y	z		x	y	z	
240,2	<input checked="" type="checkbox"/>	1342,7	-627,8	83,8	vzhledem	1235,0	-333,0	324,0	<input type="checkbox"/> -4
-91,3	<input checked="" type="checkbox"/>	1288,6	-82,7	232,7	vzhledem	1235,0	-333,0	324,0	<input type="checkbox"/> -3

Obr. č. 20: Zadání hodnot pro variantu 2

Kdy výpočetní postup určí souřadnice daných bodů v souřadném systému grafického výstupu (viz bod 4.1)

Var. 2	X	Y
L1	107,700	-240,200
L2	53,600	-91,300
U1	213,100	621,100
U2	176,100	542,600

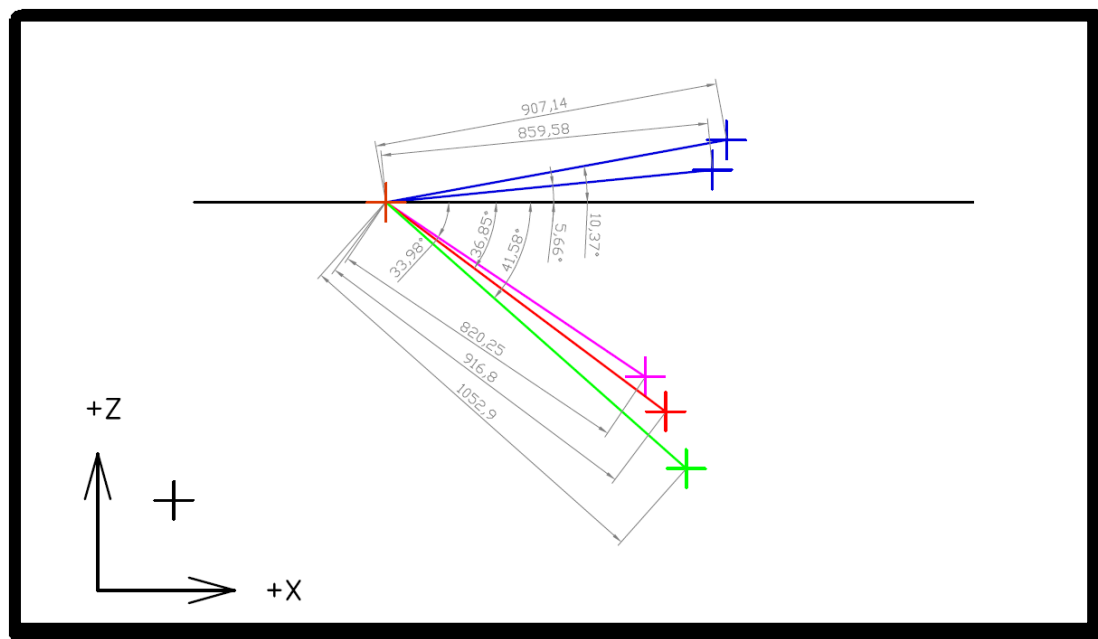
Tab. č.25:Souřadnice pro variantu 2

A v části výstupu vypíše úhly α_1 a α_2

	$\alpha_1 [^\circ]$	$\alpha_2 [^\circ]$
Varianta 2	65,850	59,584

Tab. č.26:Úhly pro variantu 2

Varianta 3



Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt, Měřicí zařízení, Počátek souřadného systému

Obr. č. 21: Hodnoty pro variantu 3

Z obrázku zjištěné vzdálenosti a velikosti úhlů jsou pak dosazeny do vstupu výpočetního postupu.

naměřené hodnoty									
vzhledem k R								úhly α	
odu	?	úchyt				bod R			?
z		úhel	délka	y		úhel	délka	y	úh
324,0	<input checked="" type="checkbox"/>	10,4	907,1	---	vzhledem	-34,0	820,3	---	<input type="checkbox"/> 15
324,0	<input checked="" type="checkbox"/>	5,7	859,6	---	vzhledem	-34,0	820,3	---	<input type="checkbox"/> 11
z		úhel	délka	y		úhel	délka	y	úh
324,0	<input checked="" type="checkbox"/>	-41,6	1052,9	-294,0	vzhledem	-34,0	820,3	0,0	<input type="checkbox"/> -34
324,0	<input checked="" type="checkbox"/>	-36,9	916,8	250,0	vzhledem	-34,0	820,3	0,0	<input type="checkbox"/> -28

Obr. č. 22: Zadání hodnot pro variantu 3

Kdy výpočetní postup určí souřadnice daných bodů v souřadném systému grafického výstupu (viz bod 4.1)

Var. 3	X	Y
L1	107,422	-240,332
L2	53,453	-91,385
U1	212,145	621,730
U2	175,211	543,217

Tab. č.27:Souřadnice pro variantu 3

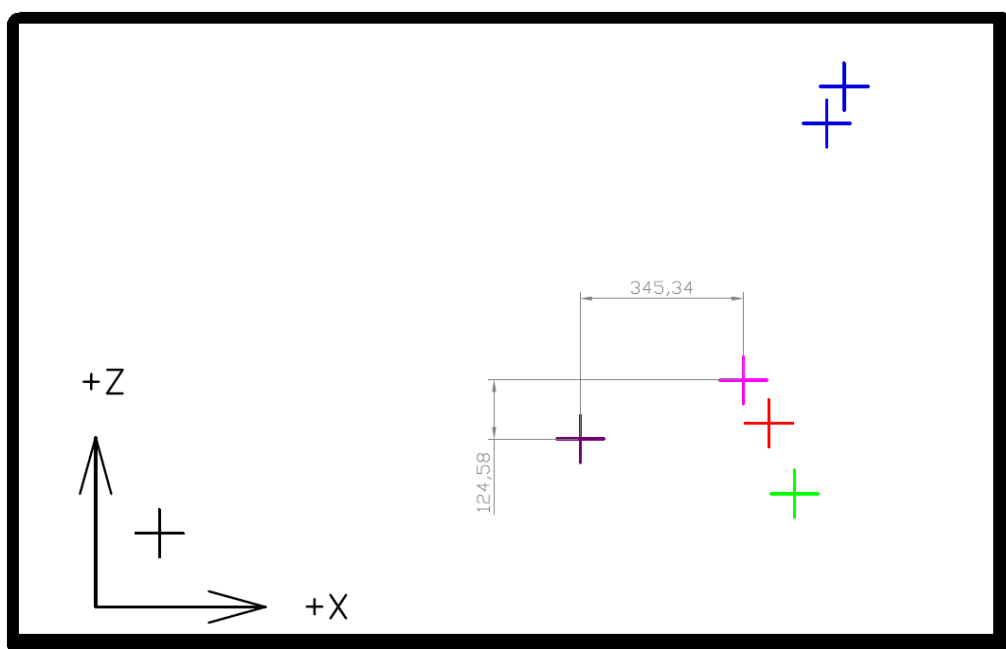
A v části výstupu vypíše úhly α_1 a α_2

	$\alpha_1 [^\circ]$	$\alpha_2 [^\circ]$
Varianta 3	65,917	59,676

Tab. č.28:Úhly pro variantu 3

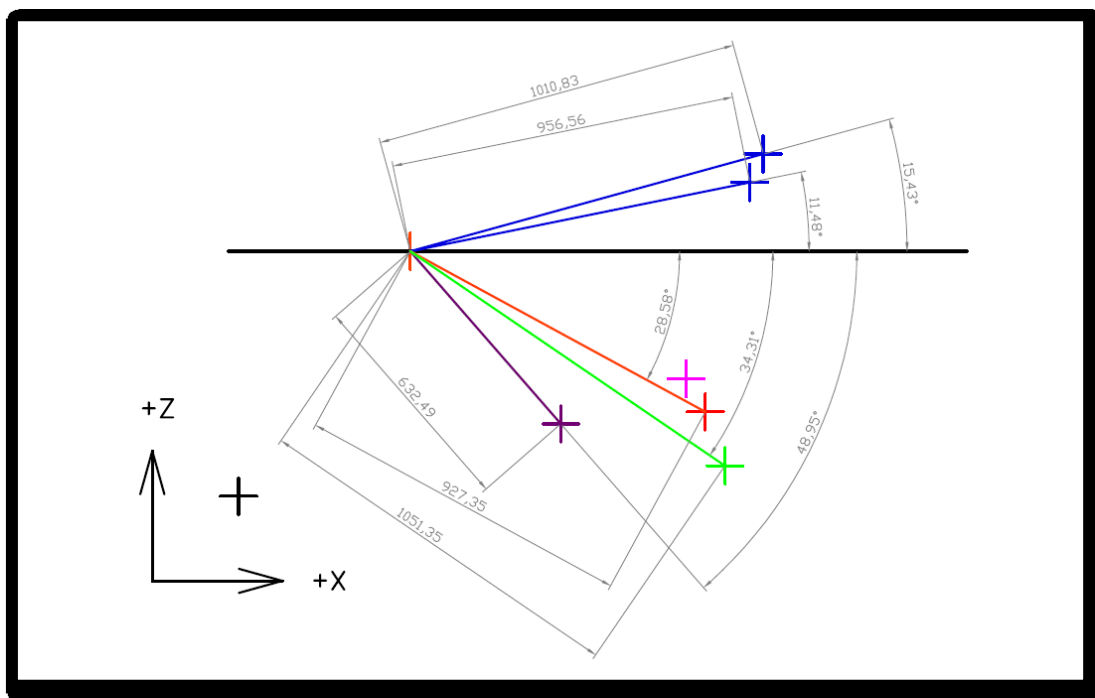
Varianta 4

První obrázek popisuje souřadnice náhodně zvoleného pomocného bodu.



Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt, Pomocný bod a počátek souřadného systému

Obr. č. 23: Pozice pomocného bodu



Popis obrázku: Horní a dolní pozice horního úchytu, R-bod, Vnitřní spodní úchyt, Vnější spodní úchyt, Pomocný bod a počátek souřadného systému

Obr. č. 24: Hodnoty pro variantu 4

Z obrázků zjištěné vzdálenosti, velikosti úhlů a souřadnice R-bodu jsou pak dosazeny do vstupu výpočetního postupu.

úhly a vzdálenosti											
y	?	vzhledem jinému bodu									
		úchyt				bod		bod vzhledem R			
		úhel	délka	y		úhel	délka	y	x	y	z
---	<input checked="" type="checkbox"/>	15,4	1010,8	---	vzhledem	-49,0	632,5	---	345,3	0,0	124,6
---	<input checked="" type="checkbox"/>	11,5	956,6	---	vzhledem	-49,0	632,5	---	345,3	0,0	124,6
y		úhel	délka	y		úhel	délka	y	x	y	z
0,0	<input checked="" type="checkbox"/>	-34,3	1051,4	2,0	vzhledem	-49,0	632,5	5,0	345,3	0,0	124,6
0,0	<input checked="" type="checkbox"/>	-28,6	927,4	3,0	vzhledem	-49,0	632,5	7,0	345,3	0,0	124,6

Obr. č. 25: Zadání hodnot pro variantu 4

Kdy výpočetní postup určí souřadnice daných bodů v souřadném systému grafického výstupu (viz bod 4.1)

Var. 4	X	Y
L1	107,708	-240,211
L2	53,645	-91,227
U1	213,689	621,346
U2	176,716	542,784

Tab. č.29:Souřadnice pro variantu 4

A v části výstupu vypíše úhly α_1 a α_2

	$\alpha_1 [^\circ]$	$\alpha_2 [^\circ]$
Varianta 4	65,849	59,543

Tab. č.30: Úhly pro variantu 4

Vyhodnocení

Porovnání X-souřadnic

	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
L1	107,700	107,700	107,422	107,708
L2	53,600	53,600	53,453	53,645
U1	213,100	213,100	212,145	213,689
U2	176,100	176,100	175,211	176,716

Tab. č.31:Porovnání X-souřadnic

Porovnání Y-souřadnic

	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
L1	-240,200	-240,200	-240,332	-240,211
L2	-91,300	-91,300	-91,385	-91,227
U1	621,100	621,100	621,730	621,346
U2	542,600	542,600	543,217	542,784

Tab. č.32:Porovnání Y-souřadnic

Porovnání úhlů

	α_1	α_2
Dle náčrtu	65,85	59,58
Varianta 1	65,850	59,584
Varianta 2	65,850	59,584
Varianta 3	65,917	59,676
Varianta 4	65,849	59,543

Tab. č.33: Porovnání vypočtených úhlů

Pro všechny varianty vychází stejné výsledky. Tudíž za předpokladu, že varianta 2 je správně, je výpočetní postup správný. Drobné rozdíly v řádu desetin milimetru (stupně) u varianty 3 a 4 jsou způsobeny zaokrouhlovací chybou.

5. Návrh konstrukce měřicího zařízení pro měření geometrických veličin

Při návrhu bylo bráno v úvahu několik faktorů:

- dostatečná přesnost
- rozumná doba ustavení a samotného měření
- rozumná cena celého měřicího zařízení
- univerzálnost měřidla pro použití na více vozidlech
- bude vyráběn jen jeden kus
- s ohledem na měřené veličiny a tvar skeletů vozidel je vhodné celé měřicí zařízení umístit dovnitř vozidla

Po uvážení těchto faktorů bylo zvoleno měření bezkontaktní metodou. Pomocí laserového dálkoměru (dále jen dálkoměru) bude změřena vzdálenost od pevného bodu k bodu R a pomocí sklonoměru bude změřen odklon této spojnice od rovnoběžky s podélnou osou vozidla procházející pevným bodem. Stejně měření bude provedeno i pro měřený kotevní úchyt. Potom lze z naměřených hodnot dopočítat souřadnice

kotevního úchyty vzhledem k bodu R. Tímto budou zjištěny x a z souřadnice kotevního úchyty. Realizovatelnost tohoto měření bude zajišťovat rám, který umožní pohyb měřicího zařízení pouze v y-ose. A otočně uložená hlava, která zajistí otáčení dálkoměru a sklonoměru kolem y-osy. Osa otáčení hlavy bude shodná s místem, od kterého bude měřená vzdálenost. Měření hodnot v y-ose bude realizováno pomocí nalepovacího měřicího pásu na příčnicku měřicího zařízení.

Jako délkový laseroměr byl zvolen Leica Disto D3a. Ve spodní části je vybaven závitem na fotostativ, čímž se usnadní jeho montáž k měřicímu zařízení. Také má funkci měření s prodlevou (samospoušť), čímž se eliminuje možnost chyby naměřených hodnot kvůli deformaci uchycení vlivem mačkání tlačítek. Umožňuje měřit od přední hrany přístroje. Další parametry jsou uvedeny tab.34



Obr. č. 25: Laserový dálkoměr [5]

Přesnost měření:	$\pm 1,0 \text{ mm}$
Dosah měření:	0,05 - 100 m
Průměr laserového bodu:	6 mm na 10m vzdálenost
Váha přístroje:	0,149 kg
Délka přístroje:	127 mm
Šířka přístroje:	49 mm
Výška přístroje:	27,3 mm

Tab. č.34: Parametry dálkoměru [5]

Pro měření sklonu byl zvolen sklonoměr Insize. Jeho spodní průměrná strana je vybavena magnety. Má možnost relativního měření, tudíž s ním bude možno měřit, i pokud vodorovná rovina vozidla nebude ustavena rovnoběžně s absolutní rovinou.



Obr. č. 26: Sklonoměr [6]

Přesnost měření:	$\pm 0,2^\circ$
Délka přístroje:	150 mm
Šířka přístroje:	60 mm
Výška přístroje:	31 mm

Tab. č.35: Parametry sklonoměru [6]

Pro měření hodnot v y-ose byl zvolen ocelový měřicí pásek s polyamidovou vrstvou, šířka 10 mm, délka 2000 mm. Dodavatel Unimetra, typ SK 815a.



Obr. č. 27: Měřicí pásek [7]

Protože daného měřidla se bude vyrábět pouze jeden kus, bylo jako nejvhodnější varianta zvoleno maximální použití normalizovaných hliníkových profilů. Kvůli vhodné skladbě nabízených dílů byly zvoleny profily vyráběné firmou Maytec.

Ze zvoleného způsobu měření měřidel vyplývají určitá omezení.

- před samotným měřením je nutno fyzicky změřit skutečný sklon podélné vodorovné roviny vozidla a pro danou hodnotu nastavit sklonoměr.
- měřidlo vzdálenosti při měření na vzdálenost 10 m má paprsek o průměru 6 mm (hodnoty pro menší vzdálenost výrobce neudává). Ale lze předpokládat, že bude potřeba na měřeném bodě rovnou odraznou plošku o průměru cca 3 mm.
- naměřené hodnoty je třeba před zadáním do tabulky naměřených hodnot převést na mm.

5.1 Použité součásti

pozice	název	počet	obj. číslo	norma/list v kat
1	příčník	1	1.11.030060.64LP-A00A00/2000	17
2	podélník pravý	1	1.11.040080.32LP-AL0A00/500	22
3	podélník levý	1	1.11.040080.32LP-A00AL0/500	22
4	noha	2	1.11.040040.13LP -A00AL0/400	20
5	vnitřek teleskopu	2	9.11.080080.83SBP-A00A00/750	51
6	venek teleskopu	1	9.11.120120.123SP-A00A00/1200	51
7	uhelník velký	2	1.46.204.7476.1	208
8	uhelník malý	2	1.46.204.3876.1	206
9	kloub	2	1.63.52040040	257
10	T-šroub E M8	20	1.34.EM82	208
11	T-šroub F M8	4	1.34.FM82	206
12	Matka M8 límec	24	0.61.D06923.08	206
13	T-matka M6	4	1.32.FM6	145
14	vozík	1	1.67.S102.03060F	301
15	šroub M6x15	4		csn en 1207
16	šroub M6x8	3		csn en 1207
17	Matka M6 nízká	3		csn en iso 4035
18	podložka 6	4		csn en iso 7089
19	šroub M8x30	8		csn en 1207
20	šroub M10x20	1		csn en iso 4014
21	šroub M10x160	4		csn en iso 4014
22	Matka M10	5		csn en iso 4032
23	matka M12	2		csn en iso 4032
24	imbus M8x30	4		DIN 6912
25	podložka 8	4		DIN 433
26	závitová tyč	2		
27	patka	2	DP-04-27	
28	guma leva	1	DP-04-28	
29	guma prava	1	DP-04-29	
30	guma bez der	2	DP-04-30	
31	patka bez der	2	DP-04-31	
32	rameno hlavy	1	DP-04-32	
33	plech čepu	1	DP-04-33	
34	plech podklad	1	DP-04-34	
35	plech hlavy	1	DP-04-35	
36	šroub stativ	1	DP-04-36	
37	sklonoměr	1		
38	dálkoměr	1		
39	měřicí pásek	1		

Tab. č.36: Použité součásti

Výše uvedená tabulka uvádí seznam a počet použitých součástí. V případě výrobků firmy Maytec je uvedeno i objednávací číslo součástí. V případě normalizovaných součástí je uvedeno číslo normy. Níže jsou k jednotlivým součástem vypsány podrobnější informace.

1-Příčník

Je tvořen profilem 30x60 mm, délky 2000 mm. Jeho hlavní funkcí je tvořit dráhu pro vozík (pozice 14). Dále na něm bude nalepen měřicí pásek (pozice 38) pro měření hodnot v y-ose vozidla. Bude spojen pomocí úhelníku (pozice 8) a šroubů s podélníky (pozice 2 a 3). Profil byl zvolen na základě potřeby, ať po něm může jezdit vozík a výpočtu maximálního průhybu.

2,3-Podélníky

Jsou tvořeny profily 40x80 mm, délky 500 mm. Jejich hlavní funkcí je spojit část mezi sloupky vozidla s nohama měřícího zařízení a zároveň podpírat podélník (pozice 1). Na jednom konci jsou pomocí šroubů (pozice 24) s podložkou (pozice 25) připevněny k aretovatelným kloubům (pozice 9), pro toto spojení musí být na konci profilu vyříznut závit. Na druhém konci jsou pomocí úhelníků (pozice 7) připevněny k teleskopickým profilům (pozice 5). Ve vzdálenosti 100 mm od konce s kloubem bude k příčnícům pomocí úhelníků (pozice 8) připevněn podélník.

4-Nohy

Jsou tvořeny profily 40x40 mm, délky 400 mm. Jejich funkcí je přenášet sílu z podélníků na závitové tyče. Na jednom konci jsou pomocí šroubů (pozice 24) připevněny k aretovatelným kloubům (pozice 9), pro toto spojení musí být na konci profilu vyříznut závit. Na druhém konci do nich budou zasunuty závitové tyče (pozice 25).

5-Vnitřní teleskopický profil

Je tvořen profilem 50x50 mm, délky 750 mm. Jeho hlavní funkcí je spojení podélníku s patkou. Také v kombinaci s vnějším teleskopickým profilem zvyšuje tuhost rámu. Na jednom konci bude profil zasunut do vnějšího teleskopického profilu (pozice 6). Na druhém konci k němu bude pomocí šroubů (pozice 19) připevněna patka (pozice 26), pro toto spojení je nutno na jednom konci profilu vyříznout závity. Dále budou k profilu pomocí úhelníků (pozice 7) připevněny podélníky (pozice 2 a 3).

6-Vnější teleskopický profil

Je tvořen profilem 120x120mm, délky 1200mm. Jeho hlavní funkcí je spojení dvou vnitřních teleskopických profilů (pozice 5) a tím zvýšení tuhosti celého rámu.

7-Úhelník 74x76

Slouží ke spojení podélníků (pozice 2 a 3) s vnitřním teleskopickým profilem (pozice 5).

8-Úhelník 38x76

Slouží ke spojení podélníků (pozice 2 a 3) s příčnickem (pozice 1).

9-Kloub

Slouží k otočnému spojení podélníků (pozice 2 a 3) s nohama (pozice 4). Je aretovatelný. Výrobce předpisuje při montáži použití matky DIN 6912 (pozice 24) a podložky DIN 433 (pozice 25).

10-T-šroub E, M8

Příslušenství k uhelníkům (pozice 7 a 8). Zasouvají do E drážky, která je ve vnitřních teleskopických profilech (pozice 5) a v podélnících (pozice 2 a 3).

11-T-šroub F, M8

Příslušenství k uhelníku (pozice 8). Vkládají se do F drážky, která je v příčniku (pozice 1).

12-Matice s límcem, M8

K utažení na T-šroubů (pozice 11 a 12). Předepsaná výrobcem.

13-T-matka M6

V kombinaci se šroubem (pozice 15) slouží pro připevnění ramene hlavy (pozice 32) k vozíku (pozice 14).

14-Vozík

Jeho hlavní funkcí je jezdit po příčniku a tím realizovat pohyb hlavy měřícího zařízení v y-ose vozidla. Bude kluzně spojen s příčnickem (pozice 1) a pomocí šroubů (pozice 15) a T-matek (pozice 13) spojen s ramenem hlavy (pozice 32)

15-Šroub M6x15

Spojuje vozík (pozice 14) s ramenem hlavy (pozice 32). Je zašroubován do T-matky (pozice 13) a doplněn podložkou (pozice 18).

16-Šroub M6x8

Spojují spolu plechy, které tvoří hlavu měřicího zařízení (pozice 33, 34 a 35). Použití delších šroubů je nevhodné z prostorových důvodů.

17-Matka M6 nízká

Nasazena na šrouby (pozice 16). Nízká matka je volena z prostorových důvodů.

18-Podložka 6

Nasazena na šroub (pozice 15)

19-Šroub M8x30

Spojují patky (pozice 27) s vnitřním teleskopickým profilem (pozice 5). V případě záměny za šrouby s jinou hlavou nutno zkontrolovat díry v gumách (pozice 28 a 29).

20-Šroub M10x20

Vsazen do plechů podkladního plechu hlavy (pozice 34), zapřen o plech hlavy (pozice 35) a zajištěn plechem čepu (pozice 33). Umožňuje otáčení hlavy.

21-Šroub M10x160

Zajišťují spojení patek (pozice 27 a 31) a vyvozují sílu k tření gum (pozice 28, 29 a 30) o sloupek vozidla.

22-Matka M10

Nasazena na šrouby (pozice 20 a 21)

23-Matka M12

Vymezuje zasunutí závitové tyče (pozice 26) do nohy (pozice 4). Možno doplnit plastovým nástavcem matky, který usnadní její otáčení.

24-Imbus M8x30

Šroub s nízkou válcovou hlavou a vnitřním šestihranem. Předepsán výrobcem profilů. Spojuje kloub (pozice 9) s nohou (pozice 4) nebo podélníkem (pozice 2,3). Doplněn podložkou (pozice 25).

25-Podložka 8

Nasazena na imbusový šroub (pozice 24). Předepsána výrobcem profilů.

26-Závitová tyč

Se závitěm M12 .Volně zasunuta do nohy (pozice 4). Její zasunutí se nastavuje maticí (pozice 23), která zajišťuje výškovou nastavitelnost nohy. Spodní část nohy tyče nebude vybavena, žádnou patkou. S ohledem na předpokládané ostré úhly mezi nohou a podkladem by použitím patky docházelo k zhoršení funkce.

27-Patka

Je připevněna šrouby (pozice 19) k vnitřní části teleskopického profilu (pozice 5). Z druhé strany je k ní připevněna guma (pozice 28 a 29). A jsou skrz ni vedeny šrouby (pozice 21).

28, 29-Guma levá a pravá

Zvyšuje tření mezi patkou (pozice 27) a sloupkem automobilu a zabraňuje odření sloupku. Je do ní nutno vyvrtat neprůchozí díry pro hlavy šroubů (pozice 19). Pravou a levou stranu nelze zaměnit.

30-Guma bez děr

Má stejnou funkci jako předchozí guma (pozice 28 a 29). Ale není nutno v ní vyrábět neprůchozí díry pro hlavy šroubů (pozice 19). Levá a pravá jsou zaměnitelné.

31-Patka bez děr

Z vnější strany přitlačuje gumu (pozice 30) k sloupku vozidla. Přítlačná síla je realizována utažením šroubů (pozice 21). Levá a pravá jsou zaměnitelné.

32-Rameno hlavy

Spojuje hlavu měřicího zařízení s vozíkem (pozice 14) a zajišťuje dostatečný prostor pro otáčení hlavy. Do díry v horní části je vložen šroub (pozice 20).

33-Plech čepu

Zajišťuje umístění šroubu (pozice 20) vzhledem k hlavě.

34-Plech podklad

Tvoří základnu hlavy, k níž jsou připevněny ostatní části.

35-Plech hlavy

Tvoří oporu pro spodní hranu sklonoměru (pozice 37) a je k němu ustavena horní hrana dálkoměru (pozice 38).

36-Šroub stativ

Slouží k upevnění dálkoměru (pozice 38) k hlavě. Je na něm vyříznut závit W1/4.

37-Sklonoměr

Bude magneticky přichycen k ohnuté části plechu hlavy (pozice 35).

38-Dálkoměr

Bude pomocí stativového šroubu (pozice 36) připevněn k podkladnímu plechu (pozice 34).

39-Měřicí pásek

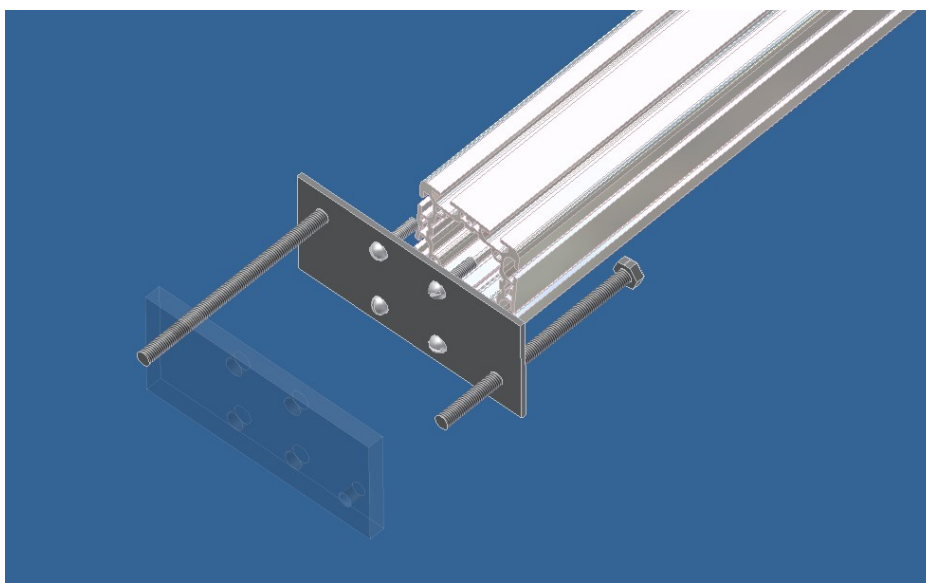
Bude nalepen na příčník (pozice 1). Při lepení nutno dbát pozice přesně uprostřed profilu, jinak by docházelo k poškozování měřidla vozíkem. Pro zmenšení osobní chyby při odečítání hodnot je možno na vozík (pozice 14) připevnit rysku, která se bude pohybovat těsně nad měřidlem.

5.2 Vybrané konstrukční uzly na měřícím zařízení.

V tomto bodě budou podrobněji vysvětleny části návrhu, u kterých nemusí být funkce a princip úplně zřejmý. Nebo jsou z jiného důvodu důležité.

Spojení patky s vnitřní částí teleskopu.

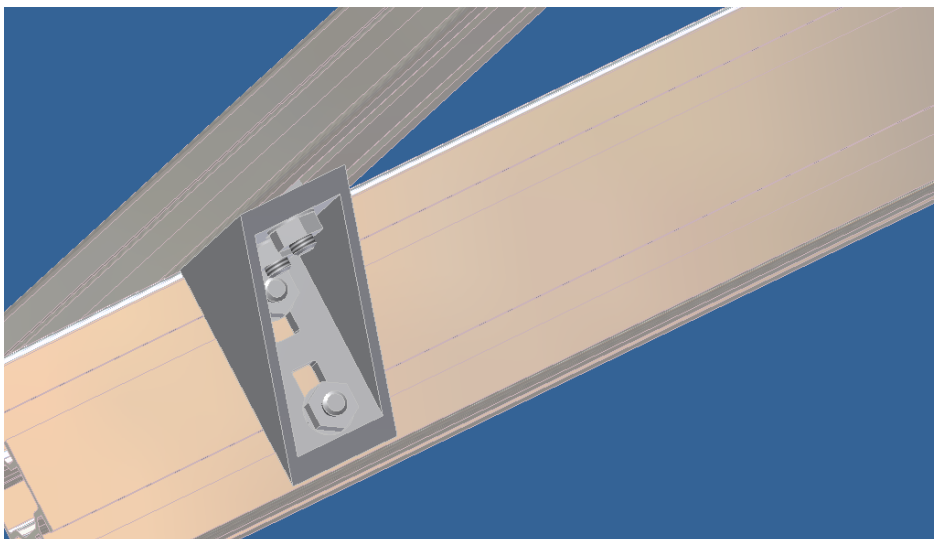
Je realizováno 4 šrouby (pozice 19) které jsou zašroubovány do vyřezaných závitů v teleskopickém profilu (pozice 5). Poté jsou do průchozích děr vloženy šrouby (pozice 21) Na ně je nasazena guma (pozice 8), tak aby se hlavy šroubů schovaly do děr v ní vyvrtaných.



Obr. č. 28: Spojení patky teleskopem

Spojení příčnicku a podélníků

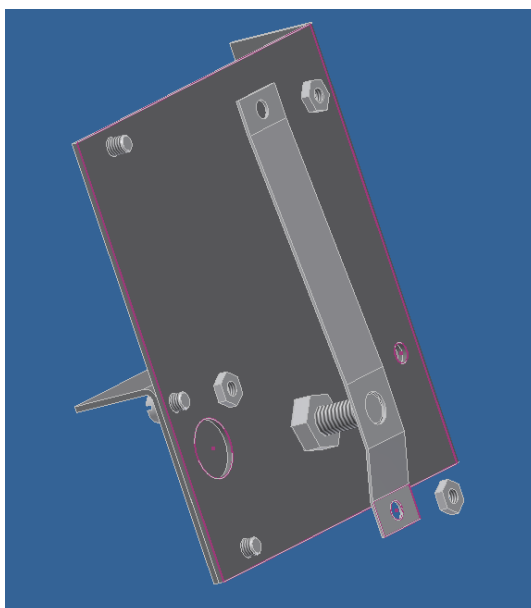
Je realizováno pomocí úhelníku a T-šroubů dle typu drážky v profilu. Při montáži úhelníku k podélníkům je nutné, aby byl úhelník na levé i pravé straně stejně daleko od přední hrany profilu (hrana připevňená k teleskopickému profilu). Spojení příčnicku s úhelníkem bude povolováno při ustavování měřicího zařízení.



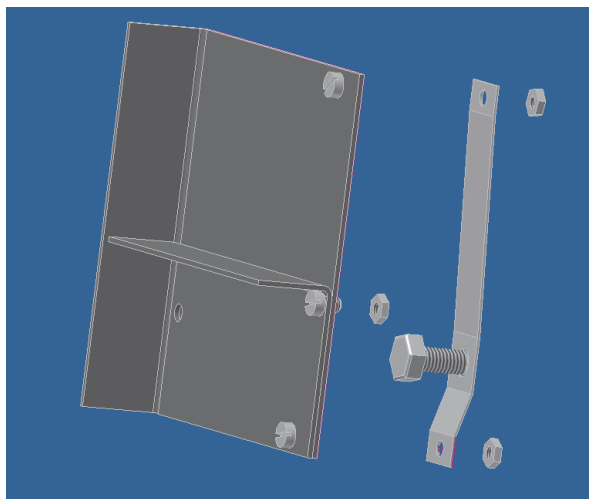
Obr. č. 29: Spojení příčnicku s podélníkem

Spojení jednotlivých plechů hlavy a šroubu

Podkladní plech (pozice 34) a plech hlavy (pozice 35) jsou spojeny dvěma šrouby. Na prostřední je nasazena matka. Pak je do díry v odkladním plechu vsazen šroub (pozice 20). Ten je na místě přidržován plechem čepu (pozice 33). Plech čepu drží na místě dvě matky (pozice 17). Toto řešení bylo zvoleno, aby nebyl šroub k plechu přivařován a teplem nedošlo deformaci plechu. Osa šroubu (pozice 20) je kolmá na osu laserového měřicího paprsku a zároveň ho protíná v jeho počátku. Tudíž se celá hlava otáčí kolem bodu, ke kterému se měří vzdálenost.



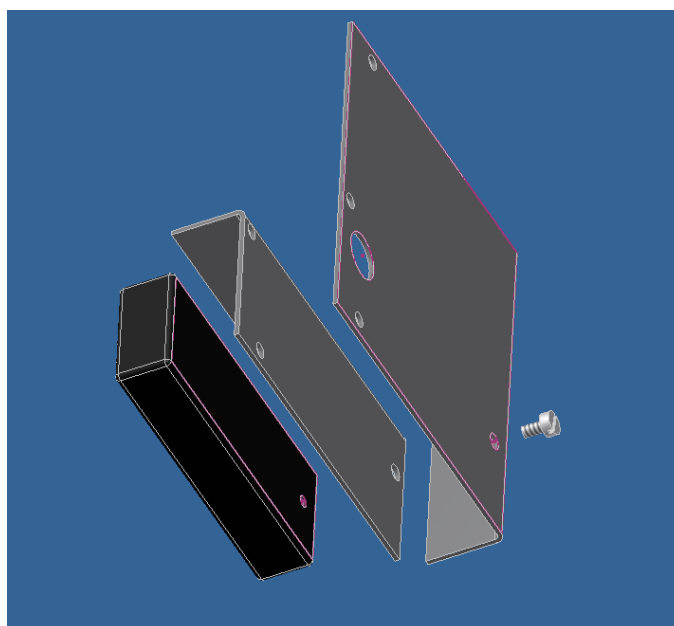
Obr. č. 30: Hlava měřicího zařízení



Obr. č. 31: Hlava měřicího zařízení

Spojení dálkoměru a hlavy

Oba plechy jsou drženy pohromadě způsobem uvedeným výše. Pak je do díry skrz oba plechy zasunut stativový šroub (pozice 36), který je zašroubován do dálkoměru. Poté je dálkoměr ustaven svými stěnami k ohnutým stranám hlavy.



Obr. č. 32: Spojení dálkoměru s hlavou měřicího zařízení

5.3 Ustavení měřicího zařízení

Pro správnou funkci měřicího zařízení je nutno jej správně ve vozidle ustavit. Kontrola ustavení se provede změřením bodu, který je na karoserii umístěn symetricky dle podélné svislé roviny vozidla. Například otvory pro zámkové dveře. Pokud se naměřená vzdálenost i úhel budou shodovat pro pravou a levou stranu, je zařízení správně ustaveno.

5.4 Provedené výpočty

Při návrhu měřicího zařízení byly prováděny pouze orientační výpočty. Protože bylo nutno zajistit vzájemnou spojitelnost volených hliníkových profilů a ostatních součástí jsou všechny součásti silně naddimenzovány. S ohledem na tuto skutečnost a rozsah práce bude uveden pouze výpočet průhybu příčnicku, který byl proveden přesně.

5.4.1 Průhyb příčnicku

Protože průhyb příčnicku bude ovlivňovat přesnost měření, bude proveden jeho výpočet pro nejhorší možnou variantu. To znamená v případě podepření na obou koncích a vozíkem umístěným uprostřed.

Vlastní vahou

Je vypočten maximální průhyb, tzn. průhyb uprostřed nosníku. Bude

$$f_1 = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J} [8] \quad (5.1)$$

$$f_1 = \frac{5 \cdot 0,0189 \cdot 2\,000^4}{384 \cdot 70\,000 \cdot 70\,000} \quad (5.2)$$

$$f_1 \doteq 0,81 \text{ mm} \quad (5.3)$$

Kde: q ...spojité zatížení [N/m]

l ...délka nosníku [mm]

E ...modul pružnosti [N/mm²]

J ...moment setrvačnosti [mm⁴]

f_1 ...průhyb příčnicku vlastní vahou [mm]

Průhyb vahou vozíku

Hmotnost všech součástí zatěžujících příčník byla spočtena jako 3,16 kg. Pak

$$F = m \cdot g \quad (5.4)$$

$$F = 3,16 \cdot 9,81 \quad (5.5)$$

$$F = 29,1N \quad (5.6)$$

Dále bude počítáno se zatěžující silou 35N.

Dále bude pro výpočet použit vzorec pro výpočet průhybu uvedený výrobcem profilů.

$$f_2 = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J} [8] \quad (5.7)$$

$$f_2 = \frac{35 \cdot 2000^3}{48 \cdot 70\,000 \cdot 70\,000} \quad (5.8)$$

$$f_2 \doteq 1,19mm \quad (5.9)$$

Kde: F...zatěžující síla [N]

l...délka nosníku [mm]

E...modul pružnosti [N/mm]

J...moment setrvačnosti [mm⁴]

f₂...průhyb příčníku působením vozíku [mm]

Celkový průhyb

Protože při deformaci nedojde k překročení meze pružnosti je možno deformace sečíst a zjistit tak celkovou deformaci.

$$f = f_1 + f_2 \quad (5.10)$$

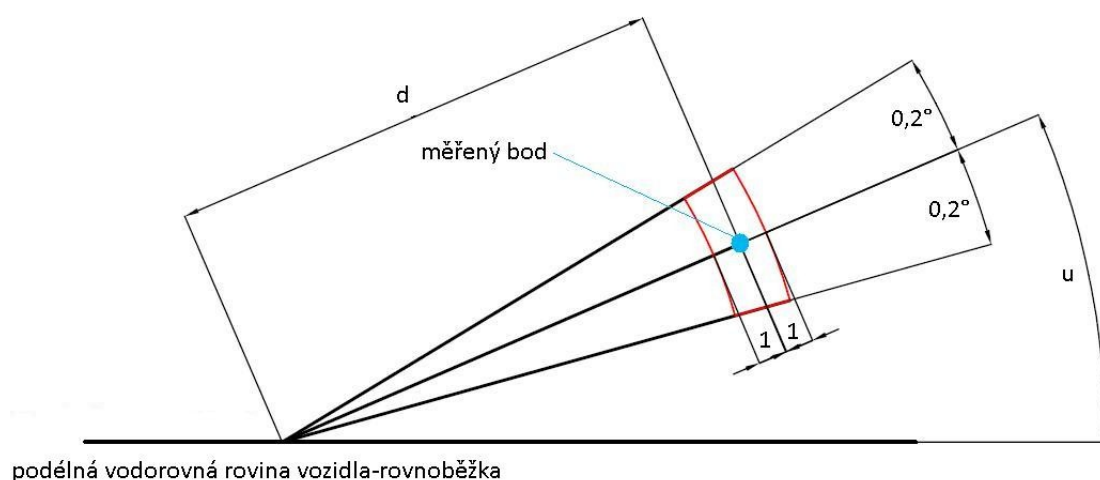
$$f = 0,81 + 1,19 \quad (5.11)$$

$$\underline{f = 2mm} \quad (5.12)$$

Jedná se o maximální možnou deformaci. V praxi nebude příčník podepřen až úplně na koncích. K deformaci jak vlastní vahou, tak zatížením bude docházet po celé délce profilu. Proto je daný průhyb vyhodnocen jako přijatelný.

5.5 Předpokládaná přesnost měření

Za předpokladu použití zvoleného sklonoměru o přesnosti $\pm 0,2^\circ$ a zvoleného dálkoměru s přesností ± 1 mm, lze odhadnout přesnost 1 měření odhadnout (obr. č. 33). Pak bude skutečný bod ležet v mezikruhově výseči, na obrázku vyznačena červeně.



Popis obrázku: d-naměřená vzdálenost, u-naměřený úhel.

Obr. č. 33: Přesnost jednoho měření

Potom délka vnějšího obluku výseče bude pro měření ze vzdálenosti 1 m:

$$l = \frac{\pi \cdot r}{180} \cdot \alpha = \frac{\pi \cdot 1000}{180} \cdot 0,4 = 6,98 \text{ mm} \quad (5.13)$$

S hledem na relativně velký poloměr a malý úhel lze říct, že naměřená hodnota bude ležet v obdélníku 2x7mm. Potom analogicky pro měření na 2 metry v obdélníku 2x14 mm a pro měření na 0,5 metru 2x3,5 mm. Dané měření je nutno pro každý úchyt provést dvakrát. Přesnost měření bude dále ovlivněna průhybem příčníku a přesností ustavení měřícího zařízení.

5.6 Výkresová dokumentace

Dokumentace se skládá z kusovníku, modelu měřicího zařízení v programu Inventor a výrobních výkresů součástí, které bude nutno vyrábět. Kusovník obsahuje kromě seznamu použitých součástí také objednáací čísla, čísla norem a případné poznámky. Výkres sestavy je nahrazen 3D modelem, protože výkres by byl velmi nepřehledný.

6. Závěr

V práci bylo navrženo měřicí zařízení umožňující měřit pozici kotevních úchytů bezpečnostních pásů, vzhledem k bodu R (bodu sezení). Výhody navrženého zařízení jsou snadná obsluha při měření, univerzálnost celého zařízení a poměrně nízké výrobní náklady. Mezi nevýhody patří náročnější ustavení měřicího zařízení a nižší přesnost naměřených hodnot. S ohledem na zaměření mého studia, mohlo při návrhu dojít k drobným pochybením a proto je nutno jej před realizací zkontrolovat.

Dále byl navržen a vypracován grafický výstup. Byl vypracován v programu MS excel a je součástí přílohy. Jeho výhodou je nenáročné ovládání, snadná práce s finálním výstupem, vizuálně hodnotný výstup s možností dalších úprav, možnost dalších úprav v případě změny legislativy. Nevýhodou je absence šrafování při vyznačení přípustných oblastí pro kotevní úchyty.

Pro zpracování naměřených hodnot a tvorbu podkladů pro grafický výstup byl navržen početní postup. Jeho funkce je založena především na goniometrii a počítání se souřadnicemi. Proto je možné, že při nějaké velmi neobvyklé kombinaci vstupních podmínek budou vypočteny chybné údaje. Početní postup umožňuje zadávat jak hodnoty naměřené navrženým zařízením, tak hodnoty přímo z technické dokumentace. Byl spojen do jednoho souboru s grafickým výstupem. Jeho funkce byla úspěšně ověřena na konkrétním automobilu.

Použitá literatura a zdroje:

- [1] VLK, F. *Karosérie motorových vozidel*, Brno: vydavatelství Vlk, 2001. 242s. 80-238-5277-9
- [2] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*, Brno: vydavatelství Vlk, 2003. 478s. 80-238-8757-2
- [3] Předpis EHK č. 14
- [4] Zákon 361/200Sb.
- [5] <http://www.geopen.cz/cz/produkt/laserovy-dalkomer-leica-disto-d3a/>
- [6] <http://somex.cz/vodovahy/digitalni-sklonomer.html>
- [7] <http://www.unimetra.cz/cz/katalog/carkova-a-delkova-meridla/merici-pasky-delky/8-merici-pasky-delky.html>
- [8] <http://www.maytecinc.com>
- [9] www.ibesip.cz
- [10] VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*, Praha: Albra, 2010. 928s., 978-80-7361-081-4
- [11] KLATEČKA, J. *Technické kreslení*, Brno: Computer Press, 2009, 252s., 978-80-251-1887-0

Seznam příloh:

- Příloha A: Grafika, početní postup a grafický výstup v MS excel na přiloženém datovém nosiči
- Příloha B: Sestava, Složka s 3D modelem sestavy měřicího zařízení v programu Inventor
- Příloha C: Kusovník, tabulka použitých součástek spolu s jejich popisem
- Příloha D: Protokol, návrh formuláře pro zaznamenání naměřených hodnot
- Příloha E: Patka, výkres DP-04-27
- Příloha F: Guma-levá, výkres DP-04-28
- Příloha G: Guma-pravá, výkres DP-04-29
- Příloha H: Guma-bez děr, výkres DP-04-30
- Příloha I: Patka bez děr, výkres DP-04-31
- Příloha J: Rameno hlavy, výkres DP-04-32
- Příloha K: Plech čepu, výkres DP-04-33
- Příloha L: Plech podklad, výkres DP-04-34
- Příloha M: Plech hlavy, výkres DP-04-35
- Příloha N: Šroubek stativ, výkres DP-04-36

Děkuji Ing. M. Richtáři za odborné vedení diplomové práce, Ing. J. Vojtíškovi za odborné konzultace a rodině za podporu při studiu.